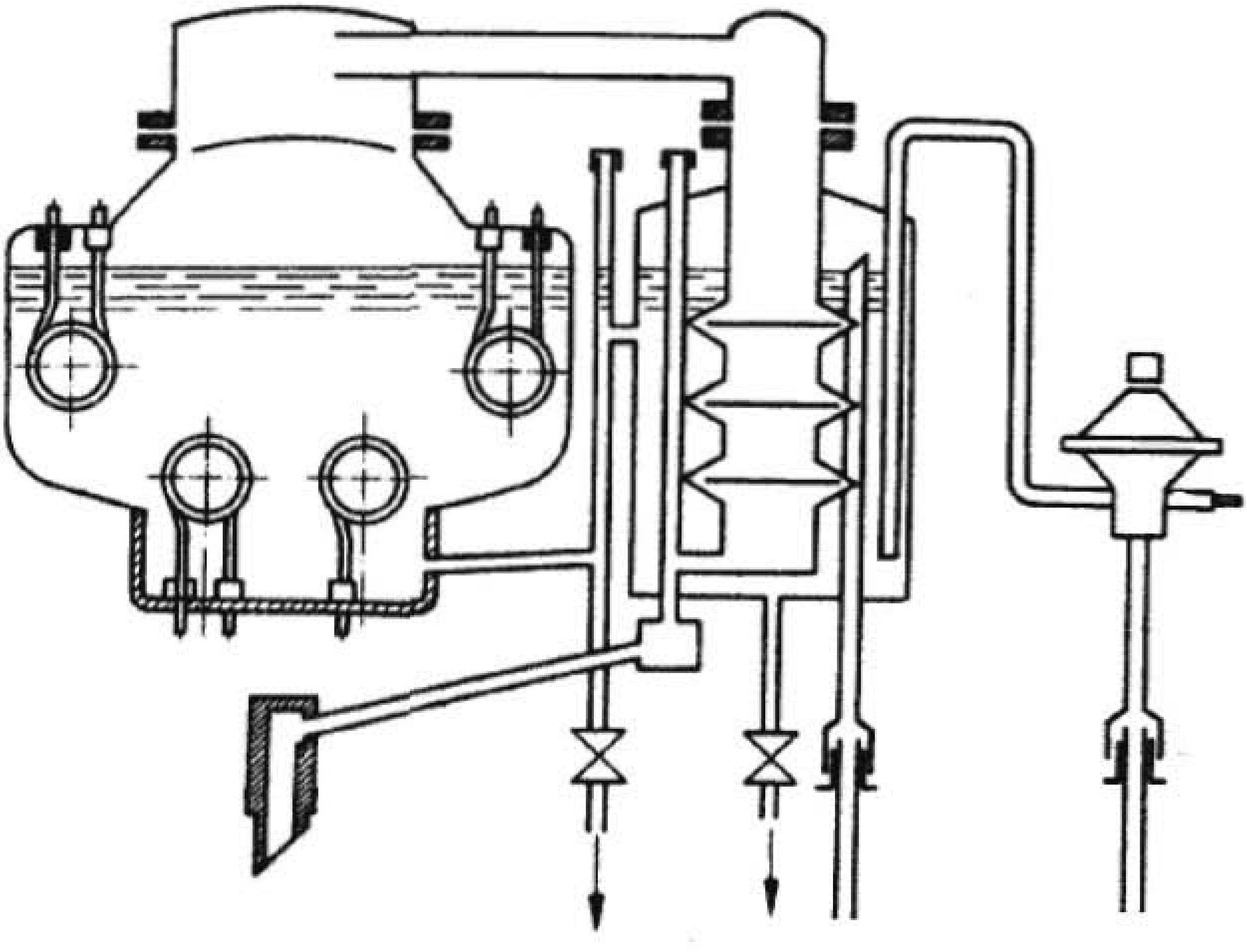
Министерство образования Российской Федерации
Северо-Кавказский государственный технический университет
Кафедра прикладной биотехнологии

ПИЩЕВОЙ СПИРТ:

ПОЛУЧЕНИЕ, ОЧИСТКА, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ



Ставрополь, 2001 г.

УДК 663.51-53. 123 + 663.54 + 663.8

Оноприйко Алексей Владимирович, доктор технических наук

Оноприйко Владимир Алексеевич, инженер – технолог

Рябченко Нина Анатольевна, инженер – технолог

Пищевой спирт: получение, очистка и использование. Учебное пособие. – Ставрополь, 2001. - 68 с.

Печатается по решению Ученого Совета факультета биотехнологии пищевых продуктов СевКавГТУ.

Учебное пособие составлено сотрудниками кафедры «Прикладная биотехнология» в соответствии с программой подготовки специалистов специальности 27.05.00 – технология бродильных производств и виноделия, применительно к лабораторным условиям получения пищевого спирта в лабораториях высших и средних специальных учебных заведениях.

В учебном пособии в систематизированном виде изложены способы получения пищевого спирта-сырца, способы его очистки и изготовление на его основе водок и других крепких спиртных напитков.

Оно может быть полезно широкому кругу читателей для совершенствования техники и технологии получения и очистки спирта-сырца, а также при изготовлении крепких спиртных напитков на мини-спиртзаводах и в домашнем производстве.

Научный редактор: д.т.н., проф. Оноприйко А.В.

Рецензент: академик Международной академии холода,
д.т.н., проф. Евдокимов И.А.

© Оноприйко А.В., Оноприйко В.А.

ВВЕДЕНИЕ

Вино получило широкое распространение очень давно. Однако, алкоголь, называемый теперь этиловым или винным спиртом, в Европе был открыт только в Х11 в. при перегонке вина и назван spiritus vini, т.е. «дух вина». Откуда и произошло название - спирт. Алхимики называли его квинт – эссенцией, т.е. пятым важным элементом. Четырьмя другими основными элементами, или эссенциями, как тогда называли, были земля, вода, воздух и огонь, к которым и был приравнен спирт. В Китае винокурение возникло значительно раньше, чем в Европе, приблизительно за 2000 лет до н.э.

Первые сведения о получении этилового спирта как спиртного напитка в древней Руси приводятся в «Вятской летописи» (Х11 в.). Уже в Х11 в. среди разнообразных сооружений Кремля г. Вятки имелась винокурня. В Х1У в. производство винного спирта получило значительное развитие в Западной Европе и на Руси.

Этиловый спирт получали из разбавленных водных растворов вина сначала путем перегонки на простых кубах с огневым нагревом и он предназначался главным образом для приготовления водки, называемой хлебным вином. Отсюда и возникли термины «выкуривать вино», «винокурение», «винокур». В настоящее время винокуренная промышленность называется спиртовой в соответствии с получаемым продуктом производства.

Спирт-сырец, произведенный в домашних условиях, это самогон – крепкая спиртосодержащая жидкость, получаемая из сброженной дрожжами браги путем одно- или многократной перегонки спирта. Спирт-сырец (самогон), водки, настойки, ликеры, кремы – традиционные крепкие напитки русского народа, уникальны по своему составу, вкусу, аромату и распространены повсеместно. В своей основе содержат этиловый спирт. Русская водка, самогон, настойки выгодно отличаются от граппы, ракии, виски, шнапса, чачи, сакэ и прочих зарубежных аналогов. Это отличие, прежде всего, в чистоте спирта, получаемого из пищевого сырья, многократной его перегонкой и очисткой, в использовании мягкой, очищенной воды или дистиллята для разбавления спирта, разнообразных добавок вкусо-

образующих веществ. В Германии существует афоризм: «Настоящая русская водка бывает только из России».

Напитки на основе очищенного спирта по праву считаются лучшими и наиболее подходящими для русского человека. Это связано прежде всего с суровыми климатическими условиями жизни на большей территории страны. В этих условиях требуются напитки с высокой энергетикой, сочетающиеся с образом жизни, менталитетом русского народа, его обычаями, праздниками и удалью души русской. «Гулять, так гулять!» - говорили на Святой Руси.

Производство спирта-сырца и на его основе крепких спиртных напитков на Руси имеет богатую и драматическую историю. В царские времена редко кто из помещиков не имел своей винокурни. На основе очищенного спирта производили разнообразные водки, наливки, кремы и т.п. При этом главный принцип в России был «Лучше меньше, да лучше». Спирт-сырец гнали медленно, стараясь выдержать оптимальные режимы. Очистку его проводили многократной перегонкой, использованием древесного угля, марганцовки, разнотравья, добавлением ароматизаторов. Получаемый спирт применяли для консервирования фруктово-ягодных соков, сиропов, овощей. Спирт-сырец использовали в лечебных целях для компрессов, растираний, а также в качестве растворителя лаков, краски, для чистки одежды.

В «социалистическое время» изготовление спирта-сырца домашней выработки (самогона) и крепких напитков даже для собственного потребления преследовалось в соответствии с законом. Вся литература по этому вопросу была под запретом и не издавалась. В результате многие ценные рецепты и способы изготовления крепких спиртных напитков, оригинальные конструкции перегонных аппаратов оказались утеряны.

Наблюдая за производством самогона следует указать на низкую эффективность домашнего производства спирта-сырца, большой расход сырья и низкое качество продукции. Имеющаяся литература, за редким исключением, сложна для рядового производителя спирта-сырца или составлена малосведущими в этих вопросах авторами и часто не заслуживает доверия. Это нередко приводит к тяжелым и даже смертельным отравлениям. Самодельные, собранные из подручных

материалов, бродильные и перегонные аппараты не способны обеспечить высокую эффективность получения и очистки спирта-сырца. Вопрос усугубляется отсутствием необходимых контрольно-измерительных приборов и надежных методов оценки состава и качества сырья, спирта-сырца и готовых крепких напитков.

Авторы настоящего учебного пособия занимались преподаванием процессов и аппаратов пищевых производств, биотехнологией спирта, виноделия, пивоварения и других бродильных производств в Северо-Кавказском государственном техническом университете. Имеющиеся знания, опыт промышленного и домашнего производства спирта-сырца, его очистки и изготовление на его основе безопасных для здоровья крепких алкогольных напитков авторы изложили в настоящем руководстве.

Учебное пособие предназначено в помощь студентам специальностей 27.05.00 - технология бродильных производств и виноделие, технология ликероводочных производств и др., специалистам, занятым переработкой углеводного сырья в промышленных масштабах, производителям спирта-сырца (самогона) и спиртных напитков домашней выработки, а также широкому кругу читателей.

1. КЛАССИФИКАЦИЯ И СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭТИЛОВОГО СПИРТА

Этиловый спирт (C_2H_5OH) – это бесцветная прозрачная жидкость с резким запахом и жгучим вкусом. Химически чистый спирт имеет нейтральную реакцию (pH 7). Пищевой спирт из-за присутствия органических кислот имеет слабокислую реакцию На блок – схеме, рис. 1.1. показаны виды и способы получения этилового спирта.

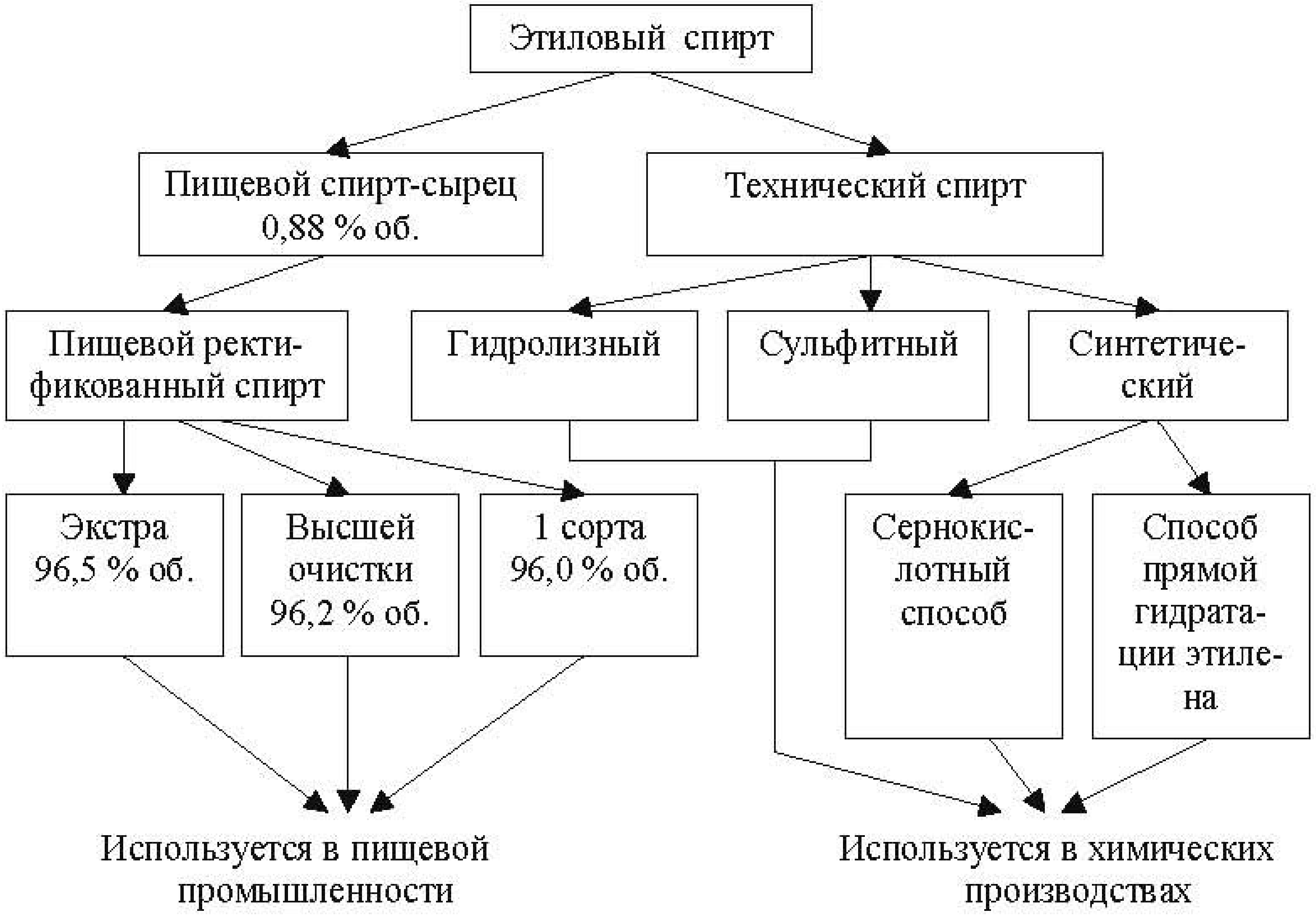


Рис. 1.1. Блок – схема получения этилового спирта

В настоящем учебном пособии более подробно рассматриваются получение пищевого этилового спирта и его использование на пищевые цели. Производство этого спирта основано на ферментативном гидролизе крахмала и спиртовом сбраживании дрожжами образующихся сахаров. По окончании брожения получают жидкость – зрелую бражку с содержанием спирта 8÷10 % об., из которой на брагоперегонных или брагоректификационных аппаратах получают спирт-сырец или, после повторной перегонки, ректификованный спирт. В отходах остается барда, используемая на корм для скота.

Пищевой этиловый спирт – сырец подразделяют на 3 группы: 1 – из зерна, картофеля и их смеси; 2 – из смеси в различных соотношениях зерна, картофеля, сахарной свеклы и мелассы; 3 – спирт из мелассы. На мини-спиртзаводах и в домашних условиях спирт получают из фруктов и ягод.

Производство технического спирта обозначено только фрагментарно, для полноты изложения вопроса.

2. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И СТАДИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СПИРТА-СЫРЦА

Производство спирта-сырца – достаточно сложный биотехнологический процесс, в который вовлечены многие вещества (углеводы, вода, белки), а также живые дрожжи и их ферменты, пары спирта. Этот процесс должен проводиться на каждом этапе по оптимальной, ресурсосберегающей технологии. Необходимо соблюдать оптимальный состав сырья и подготовку его к брожению, оптимальные условия спиртового брожения, требуемые температурные режимы отгонки паров спирта и их конденсации. Должны быть исключены потери паров спирта в окружающую среду, т.к. изготовление спирта-сырца взрывоопасное и пожароопасное производство с вредными условиями труда.

Блок-схему производства спирта-сырца можно представить следующим образом:

- выбор исходного сырья и компонентов, способствующих брожению (дрожжей, белкового корма, воды);
- подготовка сырья (мойка, очистка, дробление, разваривание, соложение);
- спиртовое брожение жидкости, содержащей углеводы в условиях, исключающих попадание воздуха;
- очистка, часто многократная (ректификация) полученного спирта-сырца;
- очистка воды для разбавления спирта-сырца;
- разбавление спирта-сырца и внесение вкусообразующих веществ с целью придания напитку определенного состава и органолептических показателей;
- созревание полученных крепких напитков;
- фасовка, укупорка.

На всех технологических операциях должно быть строгое соблюдение оптимальных режимов и техники безопасности работы с взрывоопасными парами легкокипящей жидкости. Небрежность и халатность в этом деле может привести к ухудшению качества и товарных свойств, как спирта, так и напитков, изготовляемых на его основе, снижению выхода готового продукта из единицы сырья, увеличению энергозатрат. Это может отразиться на здоровье потребителя, привести к тяжелым и даже смертельным отравлениям, взрывам перегонных аппаратов, пожарам. Поэтому необходимо строгое условий и режимов проведения технологических операций.

В пособии изложены особенности ключевых процессов и операций с указанием оптимальных и предельно допустимых параметров, соблюдение которых ОБЯЗАТЕЛЬНО. Такими являются подготовка сырья и ферментных препаратов, дрожжевое брожение углеводов, перегонка и очистка спирта-сырца, очистка воды. От правильности проведенной подготовки, в частности, соложения крахмалистого сырья, зависит содержание в браге сахаров и их концентрация. Содержание сахаров одно из главных, но не единственных условий проведения брожения. Важна их оптимальная концентрация в браге, высокая продуцирующая по спирту способность дрожжей в дрожжевой закваске, наличие азотистого питания, витаминов для развития дрожжей, температура, кислотность, продолжительность брожения и некоторые другие факторы.

Дрожжи выдерживают концентрацию сахара до 60 %, а концентрацию этилового спирта в браге не более 16 %. При более высокой концентрации алкоголя замедляется, а затем и прекращается продуцирование ими спирта. В таком случае даже при наличии в браге углеводов дрожжи начинают погибать. Выход спирта не будет адекватен количеству затраченного сырья. Замедление или прекращение работы дрожжей – частый, но поправимый случай в спиртовом брожении.

3. ИСХОДНОЕ СЫРЬЕ И ЕГО ПОДГОТОВКА

3.1. Фруктово-ягодное сырье

Основными критериями выбора исходного сырья для изготовления спирта-сырца является доступность и низкая стоимость. Другими критериями могут слу-

жить качество готового продукта, скорость изготовления, целевое предназначение и проч. Наиболее просто и быстро спирт-сырец можно получить из сахара. Но это будет нерациональная затрата высококачественного пищевого продукта, получится самый дорогой спирт-сырец.

При современном развитии дачного садоводства и огородничества обычно много выращивается разнообразных овощей (картофель, свекла, бахчевые культуры), фруктов и ягод, которые часто оказываются низкого качества (мелкие, подпорченные гнилью или садовыми вредителями, потерявшие товарный вид) или их слишком много и нет сбыта. В этих случаях получение спирта-сырца – одна из возможностей способов переработки.

Для получения спирта-сырца высокого качества с хорошими органолептическими показателями часто перерабатывают различное плодово-ягодное сырье: яблоки, груши, сливы, айву, тутовник, рябину, малину, черешню, виноград и др. Необходимо, чтобы это сырье было зрелым, чистым от земли, мусора, с высоким содержанием сахаров.

Различные виды фруктово-ягодного сырья и их основные показатели приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. – Содержание кислот и сахара в плодах и ягодах

Плоды и ягоды	Кислоты, %	Сахар, %	Плоды и ягоды	Кислоты, %	Сахар, %
Айва	1,0	6 – 8	Малина	1,2	4 – 5
Брусника	1,8	5	Облепиха	2,9	4 – 5
Вишня	1,3	8 – 10	Рябина	2,5	5 – 6
Голубика	1,3	4 - 5	Смородина красная	2,0	5 – 7
Ежевика	1,0	3 – 4	Смородина черная	2,5	7 – 9
Земляника	1,0	4 – 5	Слива	1,0	7 – 8
Клюква	2,4	2 – 3	Черника	1,0	4 –5
Крыжовник	*1,4*	*4 – 5*	*Яблоки*	*0,9*	*8 -10*

Перед переработкой яблокам, айве, грушам необходимо дать полежать или слегка подвялить для дозревания и повышения сахаристости. Некоторые сорта рябины, клюквы, калины становятся сахаристее после промораживания. При недостатке кислотности целесообразно смешивать сладкое и кислое сырье.

Виноград используют преимущественно на вина и коньячные спирты. Последние получают перегонкой виноградной мезги.

Сравнительные показатели сахаристости и кислотности разных сортов винограда приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2. – Содержание сахара и винной кислоты в сортах винограда

Вид винограда	Сахаристость, %	Крепость в пересчете на винную кислоту, %
Алиготе	13,6 – 14,2	7,8 – 8,0
Аматико	23,6	5,82
Каберне	21,5	6,3
Кокур белый	18,8	9,0
Мускат белый	до 25	6,0
белый перезрелый	до 40	5,3
розовый	21,5	5,3

Качество получаемого спирта-сырца и спирта ректификата, а, следовательно, и крепких спиртных напитков определяется видом и качеством сырья. Так, например, спирт-сырец из сахарной свеклы, картофеля, фруктово-ягодных выжимок и обладает резко выраженным, иногда жгучим вкусом или неприятным запахом и не пригоден для использования при изготовлении высокосортных водок. Но его можно использовать для получения настоек с острыми и резкими органолептическими показателями (перцовая, лимонная, мятная, тминная и проч.). Какие-то части (хвостовые) перегонки спирта могут быть использованы в качестве растворителей разнообразных лаков, красок и прочих технических продуктов.

3.2. Процессы подготовки крахмалсодержащего сырья

Подготовка включает в себя мойку, дробление, отваривание, ферментацию. Мойке подвергают картофель, сахарную свеклу, фрукты-падалицу, зерновое сырье, которое отделяют от остатков почвы, нежелательных травянистых и других примесей. Мойка сырья должна быть качественной с обязательным отделением осадков, ополаскиванием и стеканием промывных вод.

Промытое сырье целесообразно подвергнуть дроблению для облегчения доступа внутрь воды и пара. Обычно дробление проводят разрезанием ножами, растиранием на терочных машинах разнообразных конструкций, раздавливанием

и т.п. Фруктово-ягодное сырье, богатое глюкозой, сахарозой и другими углеводами, легко сбраживается дрожжами и не требует какой-либо дополнительной обработки после мойки и измельчения.

Зерно иногда лучше не дробить, а плющить на вальцах. Для переработки крахмалистого сырья после мойки необходима его предварительная ферментация. Для этого используют солод – пророщенные зерна разных злаковых культур (ячменя, пшеницы, риса, овса, кукурузы, проса и проч).

4. ПРИГОТОВЛЕНИЕ СОЛОДА. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

Солод – это пророщенное зерно злаковых культур, служащее добавкой для разложения (соложения) крахмалосодержащего сырья. Таким сырьем является картофель, зерновые культуры, мука, крупа и т.п. Для переработки фруктово-ягодного сырья применять солод нет необходимости.

При прорастании в определенных условиях в зернах образуются разнообразные ферменты, в том числе амилолитические (α- Амилоза и β- Амилоза) и протеолитические. Ферменты – это биологические катализаторы, способствующие расщеплению белков и крахмала на более простые вещества. β- Амилоза содержится в не проросшем зерне в свободном и связанном с белками состоянии и во время соложения ее активность возрастает. Освобождается и активизируется β-Амилоза после воздействия на зерно протеолитических ферментов. α- Амилоза почти полностью отсутствует в исходном сухом зерне. Она продуцируется в зерне во время соложения. Оба фермента различаются по своим свойствам и степени воздействия на крахмал. Воздействие на крахмал амилолитических ферментов возможно только после растворения клеточных стенок, заключающих в себе крахмальные зерна. Это растворение происходит под действием комплекса протеолитических ферментов и фитазы.

Активность ферментов оценивается единицами диастатической силы (ДС), которые показывают количество граммов мальтозы, образующейся под действием 100 г солода. Максимальной активности амилолитические ферменты достигают при правильном ведении процессов солодоращения на восьмые сутки у ячменя, 7÷8 – у пшеницы, 5÷ 6 – у ржи, 8÷9 – у овса, 4÷5 – у проса.

Блок – схема производства солода представлена на рис.4.1.

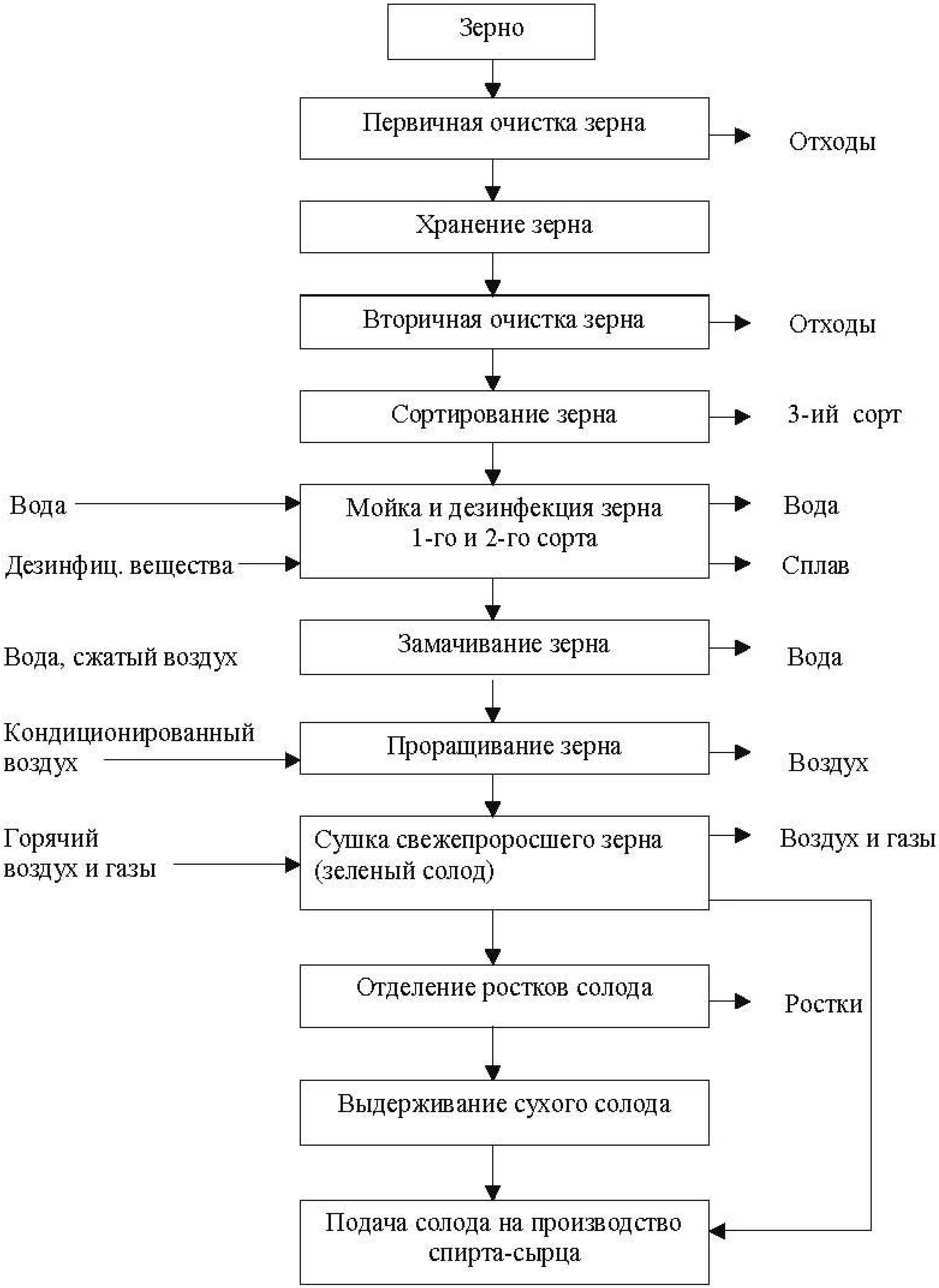


Рис. 4.1. Блок – схема производства солода

4.1. Замачивание зерна

Зерно, предназначенное для изготовления солода, должно быть хорошо очищено от примесей путем просеивания на ситах и провеяно от шелухи в потоке воздуха. Зерно следует промыть в чистой, 2÷3 раза сменяемой воде. Промытое зерно необходимо замочить. Замачивание зерна – первый этап процесса соложения. Основная цель замачивания – довести зерно до требуемой влажности.

Называется это степенью или градусом замочки (З°). Градус замочки вычисляют по формуле:

$$З^{\circ} = \frac{(a + w) \cdot 100}{100 + a}, \quad (4.1)$$

где: a – привес зерна после замочки (количество поглощенной воды), г;

w – влажность исходного зерна, %.

Для замачивания наиболее благоприятной температурой воды является 10 ÷ 12°С, которая обеспечивает равномерное насыщение зерна водой. При интенсивном перемешивании зерно и вода насыщаются кислородом, что ускоряет процесс замачивания. Конечная влажность зерна после замочки должна быть 43÷47% (в зависимости от типа солода). Во время замочки нужно следить, чтобы не перемочить зерно. При надавливании из перемокшего зерна выдавливается кашеобразная масса крахмала. Недомоченное зерно можно довести до необходимой влажности опрыскиванием его водой в начале солодоращения. Перемоченное зерно может испортить всю партию солода, т.к. приводит к образованию плесени.

Для ускорения замачивания можно применять раствор марганцовки ($KMnO_4$), перекись водорода (H_2O_2), фосфаты, раствор хлорной извести, формалина, которые добавляются за 3÷4 часа до конца замачивания. На 10 кг зерна расходуется 3 г хлорной или 30 г негашеной извести, 7 мл 40 % формалина (в виде раствора) или слабо-розовый раствор марганцовки. Последняя не только дезинфицирует зерно, но также способствует улучшению прорастания зерна. При замачивании потери массы зерна составляют от 2 до 6 %, в зависимости от вида зерна и его чистоты.

4.2. Проращивание зерна

Для прорастания влажное зерно необходимо рассыпать на поддоны или деревянный пол слоем 3÷5 см и выдерживать в темном помещении при температуре 17÷20°С в течение 8 суток. Во время проращивания зерно перемешивают (перелопачивают) через каждые 10÷12 часов, поддерживая влажность его в пределах 45÷47 %. Влажность можно повысить орошением слоя зерна.

Под действием ферментов в прорастающем зерне начинается расщепление всех высокомолекулярных веществ (крахмала, протеинов и др.), превращение их в простые низкомолекулярные соединения, служащие питательной средой растущего зародыша. Прорастающее зерно требует для своего дыхания кислорода и выделяет диоксид углерода. Основными веществами, разлагаемыми при дыхании, являются углеводы, также могут участвовать жиры, кислоты, азотистые вещества.

Различают два вида разложения: аэробное, когда реакция происходит при наличии молекулярного кислорода, и анаэробное, при недостатке или отсутствии кислорода. Баланс химических превращений углеводов при аэробном окислении можно представить следующим образом:

$$\underset{\text{мальтоза}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O = 2\,\underset{\text{глюкоза}}{C_6H_{12}O_6} \tag{4.2}$$

$$C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 = 6\,CO_2 + 6\,H_2O + 2822\text{ кДж/г моль (74 Ккал).} \tag{4.3}$$

Таким образом, мальтоза, образовавшаяся при разложении крахмала под действием ферментов превращается в глюкозу, которая затем окисляется до воды и диоксида углерода с выделением большого количества тепла.

В анаэробных условиях происходит разложение в соответствии с суммарным уравнением спиртового брожения.

$$C_6H_{12}O_6 = 2\,\underset{\text{этиловый спирт}}{C_2H_5OH} + CO_2 + 234{,}5\text{ кДж/г моль (5,6 Ккал).} \tag{4.4}$$

По сравнению с аэробным окислением при брожении выделяется в 3 раза меньше диоксида углерода и в 12 раз меньше теплоты.

Готовность солода оценивают по длине корешков проросшего зерна, которые должны быть в 1,5÷2,0 раза длиннее зерна, а зародышевый листок находиться около верхнего конца зерна. Выступивших из пределов зерна зародышей (гусари-

ков) не должно быть. Влажный солод должен хорошо (как полусухой крахмал) растираться между пальцами, оставляя бархатистый след.

Потери вещества на дыхание зерна и рост составляют до 10%. Режимы соложения светлого солода приведены в табл. 4.1.

Запах прорастающего зеленого солода похож на запах свежих огурцов. Появление слабого эфирного запаха указывает на недостаток кислорода и тогда зерно необходимо перелопатить, проветрить, сушить осторожно.

Таблица 4.1. – Режимы соложения ячменя

Продолжительность проращивания, сутки	Толщина грядки, см	Максимальная температура, °С	Число перелопачиваний в сутки	Характеристика корешков и степени растворения эндосперма
Первые	50-40	12	2	Наклевывание зерна. Эндосперм резиноподобный
Вторые	35-25	14	2	Появление 2-3 корешков. Около зародыша едва заметная зона растворения
Третьи	30 – 20	15	2 – 3	Хорошее развитие корешков.
Четвертые	25 – 20	16 – 17	3	Пышные, курчавые и сочные корешки. Длина зародышевого листочка больше половины длины зерна. Эндосперм растворен в нижней половине зерна.
Пятые – шестые	20	15	3	То же
Седьмые	20 – 15	14	2	Небольшое подвяливание корешков. Длина листочка равна 3/4 длины зерна. Не растворена только верхушка эндосперма.
Восьмые	15 – 10	14	2	Сильное подвяливание корешков. Длина листочка равна длине зерна. Эндосперм полностью растворен.

Контроль солодоращения заключается в наблюдении за температурно-влажностными режимами и развитием зародышей.

Через 2 суток после выгрузки зерна из замочных емкостей все способные к прорастанию зерна должны наклюнуться. Отбирают среднюю пробу зерна из раз-

ных слоев и мест и подсчитывают число наклюнувшихся зерен. Процент прорастания H определяют по формуле:

$$H = \frac{K_{накл.} \cdot 100}{K_{общ.}}, \ \%, \qquad (4.5)$$

где $К_{накл}$ - количество наклюнувшихся зерен, шт;

$К_{общ.}$ – общее количество зерен в пробе, шт.

4.3. Сушка солода.

Полученный после соложения зеленый солод может быть использован для непосредственного соложения крахмалистого сырья. Но такой солод не стоек в хранении и для улучшения его сохранности зеленый солод сушат. Температуру постепенно повышают для светлого солода с 25°С до 70÷80°С, для темного солода – до 100÷105°С.

Сушить солод лучше в 2 периода: в первый период влажность снижают с 14,5 до 8 % быстро и легко. Во второй период с 8 до 3,5÷4,0 %, медленно. В этот период удаляется коллоидно – связанная влага веществ зерна. Температуру в конце сушки повышают до 70°С (температура обсушки).

При сушке солода различают следующие этапы:

- физиологический – при 45°С и снижении влажности солода до 30 %;
- ферментативный – при температуре от 45 до 70°С со снижением влажности до 10 %;
- химический – при температуре от 70 до 105°С (для темного солода и дифарина) и снижении влажности до 1÷3 %.

Сушить солод можно в теплое время на улице под навесом. Обсушивать в специальных зерносушилках, русской печи, духовке. У сухого солода удаляют ростки сразу же после сушки, т.к. они приобретают хрупкость и легко обламываются при растирании, например, на сите. Отход массы ростков составляет от 2,5 до 4 %.

Температурный оптимум действия большинства расщепляющих белок и крахмал ферментов находится в пределах 45÷60°С. При сушке активность ферментов может снижаться , по сравнению с зеленым солодом, на 20 %. Хранить су-

хой солод следует в сухом, прохладном месте, в закрытой емкости для предотвращения проникновения разнообразных вредителей (грызунов, насекомых).

Крахмал и другие полисахариды – составная часть основного сырья. Крахмал не является однородным веществом. Он состоит из двух полисахаридов – амилозы и амилопектина. В крахмале разных злаковых зерен содержание этих полисахаридов различно (табл. 4.2).

Таблица 4.2 – Средний состав крахмала из различного сырья

Вид зерна	Содержание в сухом веществе, %	
	амилоза	амилопектин
Ячмень	20	80
Кукуруза	13	87
Рис	17	83
Пшеница	21	79
Рожь	19	76

По физико-химическим свойствам крахмал – это коллоидное вещество, нерастворимое в холодной воде. При нагревании с водой до 65÷80°С крахмал образует вязкий раствор – крахмальный клейстер. Наибольшую клейстеризующую способность крахмал из разных злаков приобретает: из ячменя – при 60÷80°С; из кукурузы – при 50÷115°С; из риса – при 65÷75°С. Крахмальные зерна при 50°С набухают, при 70°С крахмальные оболочки лопаются и зерна разрушаются. Крахмал способен при набухании поглощать воду, при этом объем его зерен способен увеличиваться в 60÷100 раз, по сравнению с объемом сухого крахмала.

При действии ферментами солода на оклейстеризованный крахмал последний превращается в – мальтозу и декстрины (промежуточные вещества расщепления). Стадии расщепления крахмала можно контролировать, смешивая капли затора (смеси воды, крахмала и раствора ферментов солода) с йодом. Капли затора окрашиваются йодом сначала в синий цвет, постепенно переходящий в фиолетовый, а затем – в красный, и, наконец, обесцвечиваются.

В зерне, картофеле и другом сырье содержится разное количество сахарозы, рафинозы, глюкозы, фруктозы и других углеводов, которые сбраживаются дрожжами с образованием спирта. Гемицеллюлоза составляет основу крахмальных клеток в эндосперме зерен. Под действием ферментов расщепляется на глюкозу и

пентозу. Целлюлоза (клетчатка) – главная составная часть оболочки зерен. Она не растворима в воде и не поддается ферментации.

Пектиновые вещества содержатся в зерне в небольших количествах и также не разлагаются ферментами солода.

5. ВОДА

Вода – один из компонентов сырья для получения спирта-сырца. Для мойки сырья и посуды, разведения сырьевых компонентов используется пресная вода. Она может быть атмосферная – в виде дождя и снега, подъемная – собирающаяся в различных слоях и полостях земли и выходящая на поверхность в виде родников или откачиваемая насосами через скважины и колодцы, поверхностная – в виде речной, озерной. Природная вода никогда не бывает химически чистой. Поэтому ее приходится очищать от растворенных в ней минеральных и органических соединений, обеззараживать от микроорганизмов, фильтровать, умягчать. Высокие требования к качеству воды предъявляются при изготовлении крепких спиртных напитков, особенно прозрачных водок. Существует достаточно много разнообразных способов очистки и обеззараживания воды, которые используются в промышленности (химическая очистка, метод ионообмена, коагуляции и др.). В домашних условиях качество воды улучшают, используя разнообразные фильтры и очистители воды, кипячением, добавками питьевой соды и проч.

Вода должна отвечать требованиям СанНиП 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения» Контроль качества.

6. ПОДГОТОВКА К СБРАЖИВАНИЮ КРАХМАЛИСТОГО СЫРЬЯ

Схема получения спирта-сырца из крахмалистого сырья представлена на рис. 6.1.

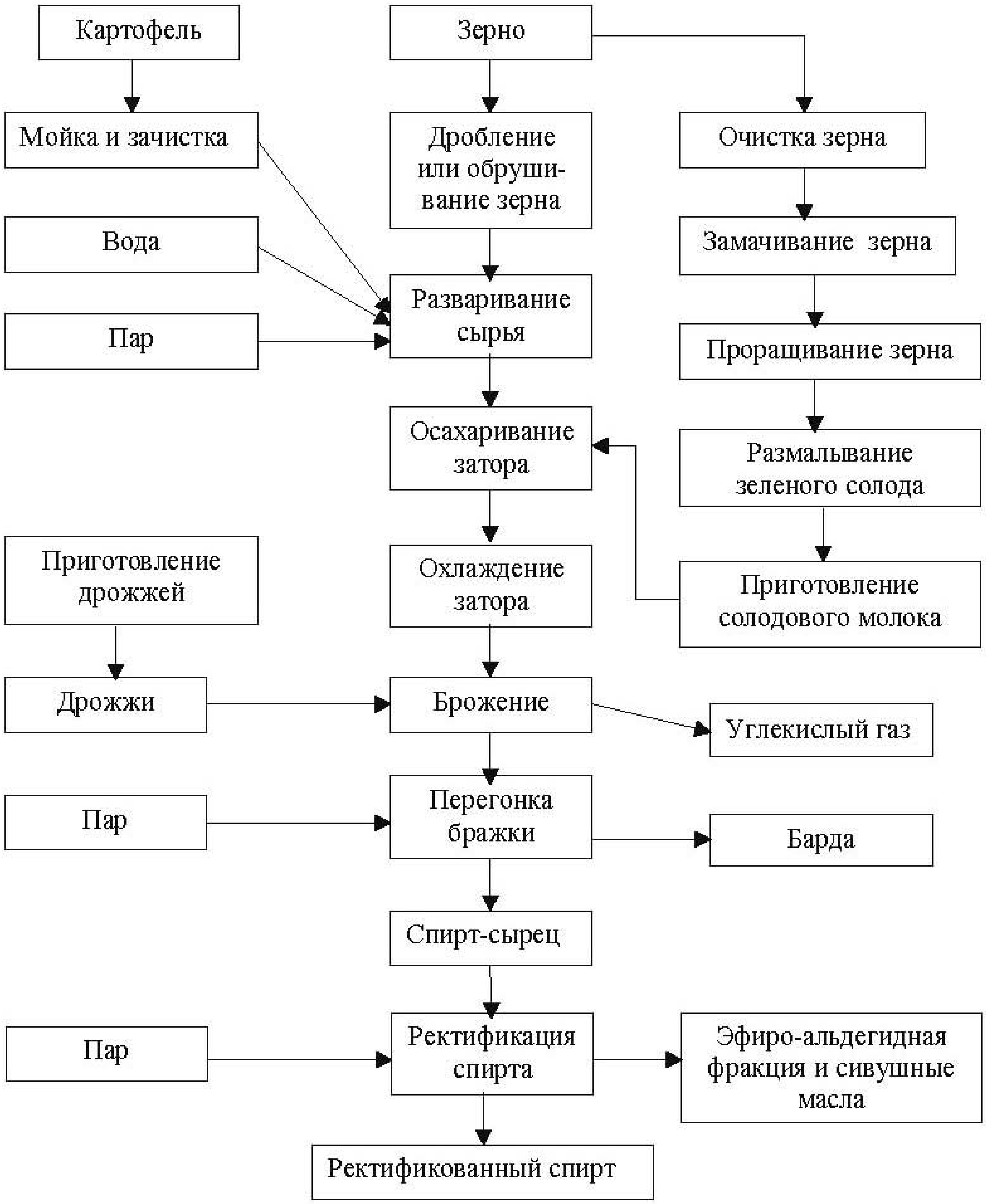


Рис. 6.1. Схема производства спирта-сырца

Наряду с углеводами в растительном сырье имеются белки, зольные и другие вещества (жир, ферменты, витамины и проч.).

Наибольшее количество высококачественного пищевого спирта получают из пищевого крахмалистого сырья – картофельно-зерновой спирт. Этот спирт-сырец после ректификации и очистки используется преимущественно для приготовления водок и других крепких спиртных напитков. Лучшим считается только зерновой спирт из пшеницы, риса, ячменя. С единицы посевной площади картофель дает в 3÷5 раз больше крахмала, чем зерновые. Урожай с 1 га сортового картофеля дает 166 дал. спирта-сырца, кукуруза – 67 дал, рожь, пшеница – 26÷36 дал.

6.1. Приготовление солодового молока

Для этого лучше использовать смесь солода ячменного, ржаного и просяного в соотношении 2:1:1. Эту смесь дробят на вальцах, заливают трехкратным количеством воды при температуре 60÷65°С, выдерживают 10 мин и перемешивают до получения белой однородной жидкости. Это и есть солодовое молоко, где ферменты находятся в растворенном, активном состоянии.

Солодовое молоко добавляют к разваренной крахмальной массе и осахаривают ее при 60°С. Затем осахаренный затор охлаждают до 30°С (оптимальной температуры развития спиртовых дрожжей) и вводят раствор дрожжей, сбраживающих сахар сусла в спирт в отсутствие молекулярного воздуха.

Сброженное сусло называется зрелой бражкой и содержит 8÷10% спирта. Спирт из бражки выделяют перегонкой, а оставшуюся жидкость, называемую бардой, удаляют из производства.

6.2. Физико - химические основы разваривания

Крахмал при нагревании подвергается гидратации и трансформируется из твердого состояния в студнеобразное – клейстеризуется. При этом крахмальными зернами поглощается вода, они набухают в виде пузырьков. Объем таких пузырьков в 60÷100 раз больше объема зерен сухого крахмала. В результате ослабляются связи между отдельными макромолекулами и крахмальные пузырьки распадаются, образуя гомогенный раствор.

Температура клейстеризации зависит от природы крахмала и величины крахмальных зерен. Клейстеризация характеризуется определенным температурным интервалом, в пределах которого процесс протекает наиболее интенсивно. Температурный интервал клейстеризации крахмала, °С: картофельного 55÷60; овсяного и ржаного 55÷80; пшеничного и ячменного 60÷80; кукурузного 65÷75; рисового 80÷85. Таким образом, у крахмала с наиболее крупными крахмальными зернами ниже температура клейстеризации и наоборот. При 110°С клейстер начинает разжижаться и при 120÷130°С становится жидким. В этих условиях картофельный крахмал высвобождается из клеток, в которых он находится.

Охлажденный до 55÷60°С крахмальный клейстер превращается в гель (студень) и постепенно уплотняется так, что при 50÷55°С уже не смешивается с солодовым молоком. Поэтому разваренную крахмалосодержащую массу быстро охлаждают от 100 до 60°С и вводят в охлажденный затор небольшую дозу солодового молока. Амилазы солода разжижают крахмальный клейстер, уменьшают его вязкость.

Первой стадией разваривания является запаривание сырья. В картофеле содержащейся воды (около 75%) достаточно для растворения крахмала при разваривании. Для разваривания зерна необходимо добавлять воду, т.к. имеющихся 15÷20% недостаточно. При запаривании картофеля температура должна быть выше 65°С, цельного зерна 90÷100°С, дробленого – не выше 50°С. Продолжительность запаривания картофеля 40÷45 мин, ржи, ячменя, овса - 45÷60 мин, кукурузы - 70÷80 мин.

На второй стадии при 140÷150°С клетки, содержащие крахмал, частично разрушаются и крахмал выделяется в окружающую жидкость. При этой температуре частично гидролизуется гемицеллюлоза, пектиновые и некоторые другие вещества. В присутствии органических кислот сахароза, мальтоза и полисахариды расщепляются на моносахариды. С повышением температуры до 150÷170°С следует дегидратация и карамелизация сахаров. Образуемые при потере воды карамели не сбраживаются дрожжами. Это производственные потери. Суммарные потери сахара и крахмала при разваривании картофеля составляют 1,0÷1,5 %, зерна

2,5÷3,5%. Величина потерь зависит от кислотности среды и минимальна при pH 5,2÷6,5.

Доваривание является третьей стадией, при которой массу выдерживают 40÷70 мин при 105÷107°С. Установлено, что каждые 10 мин выдержки соответствуют 1 мин варки, но при этом потери сахаров меньше.

Разваренную массу подвергают ферментативному гидролизу α- и β-амилазами, которые воздействуют на амилозы и амилопектин крахмала. Под действием α - амилазы молекулы амилоз и амилопектины быстро расщепляются на декстрины и далее до мальтозы и глюкозы. Амилоза расщепляется полностью, а амилопектины - на 50%.

При взаимодействии с йодом аминодекстрины дают фиолетовую окраску, эритродекстрины – красно-бурую, ахродекстрины и мальтодекстрины – бесцветную. Это служит индикатором прохождения гидролиза крахмала. При ферментативном гидролизе образуется 70÷80% мальтозы, 20÷30% декстринов (промежуточных продуктов разложения крахмала).

Осахаривание декстринов проходит на третьей стадии, т.е. в период дображивания. Механизм ферментативного действия можно представить следующим образом:

$$Ф + С = ФС \quad (6.1)$$

$$ФС \longrightarrow Ф + П + К, \quad (6.2)$$

где Ф – фермент, С – субстрат, ФС – промежуточный продукт (ферментосубстрат), П и К – продукты реакции гидролиза.

Субстрат (водный раствор крахмала) совместно с ферментом образуют ферментируемую систему (смесь). Под действием кислоты в присутствии биологического катализатора смесь разлагается на продукты гидролиза. На гидролиз крахмала влияют: температура, активная (pH) и титруемая кислотность (°Т), состав среды, вид фермента, его доза и активность, концентрация продуктов брожения в субстрате и некоторые другие факторы. α - Амилаза ячменного солода разрушается при температуре 70÷78°С, при низком pH – быстрее. Это результат коагуляции белков субстрата, которые адсорбируют фермент и выводят его из зоны реакции. Температурный режим осахаривания 60÷61°С с понижением до

56÷57°С к концу процесса. Длительность осахаривания при pH 4,9÷5,6 (средняя 5,3) от 10 до 30 мин, в зависимости от температуры.

Смешивание разваренной массы с солодом и осахаривание называется затиранием и вместе с 3-х ступенчатым развариванием составляет часть типовой схемы производства спирта-сырца.

В результате затирания получается подготовленная для брожения среда, называемая сладким затором. Подготовленная для размножения дрожжей питательная среда называется дрожжевым затором. В производстве спирта-сырца это затор составляет около 5 % от объема сладкого затора.

7. ТЕХНОЛОГИЯ СПИРТОВОГО БРОЖЕНИЯ

Технология – наука о способах и процессах переработки сырья, полуфабрикатов и изделий в продукты потребления и/или средства производства. При переработке пищевого сырья технология использует наиболее простые и эффективные способы получения пищевых и технических продуктов, кормов для сельскохозяйственного сырья животных и птицы.

Брожение – это процесс распада углеводов в растворе под действием ферментных систем микроорганизмов при отсутствии молекулярного кислорода (анаэробное брожение). При спиртовом брожении наряду с этиловым спиртом возможно появление других продуктов (кислот, альдегидов, высокомолекулярных спиртов и др.). При разложении дрожжами углеводов в присутствии воздуха (аэробное окисление) получается уксусная, лимонная, масляная и другие кислоты. Получающийся в небольших количествах спирт тут же окисляется в уксусную кислоту.

Брожение – основной этап биотехнологического процесса производства спирта-сырца. От правильности соблюдения режимов брожения зависит выход спирта и его качество. Спиртовое брожение – сложный биотехнологический и химический процесс, требующий строго определенной концентрации углеводов, удобной для функционирования дрожжей, наличия для их развития и продуцирования спирта необходимых веществ, оптимальной температуры и кислотности.

Образование этилового спирта из углеводов схематично можно представить следующим образом:

$$\underset{\text{мальтоза}}{C_{12}H_{22}O_{11}} \longrightarrow \underset{\text{глюкоза}}{C_6H_{12}O_6} = \underset{\text{спирт}}{2C_2H_5OH} + \underset{\text{углекислый газ}}{CO_2} \qquad (7.1)$$

Дрожжи способны сбраживать весьма высокие концентрации сахара – до 60 %. Оптимальное для спиртовых дрожжей содержание сахаров в браге 18÷20%; наиболее сильные расы могут сбродить до 26 % сахаров, при этом образуется 15,5÷16 % об. спирта. При высоких концентрациях сахаров в браге (30÷40 %) процессы размножения дрожжей и брожения замедляются. Они выносят также высокие концентрации спирта, до 14÷16 % об. В присутствии кислорода спиртовое брожение прекращается. Прекращение брожения под влиянием молекулярного кислорода называется эффектом Пастера. Общая схема спиртового брожения и дыхания представлена на рис. 7.1.

В процессе брожения полученная пировиноградная кислота под действием фермента пируватдекарбоксилазы (7.2) расщепляется на углекислый газ и уксусный альдегид, который под действием фермента алкогольдегидрогеназы восстанавливается в этиловый спирт по уравнению:

$$CH_3 - CO - COOH \longrightarrow CO_2 + CH_3CHO \qquad (7.2)$$

$$CH_3CHO \longrightarrow CH_3 - CH_2 - OH \qquad (7.3)$$

Механизм образования вторичных продуктов брожения изучен еще не до конца. Одним из важных факторов, обеспечивающих эффективность сбраживания, является поддержание оптимальной температуры 25÷35°С. При низкой температуре дрожжи остаются живыми, но угнетаются и перестают работать. При резком похолодании браги в начальный период брожение может полностью остановиться, не смотря на то, что еще не весь сахар выбродил. Если повысить температуру и взмутить брагу – дрожжи могут продолжить свою работу и довести брожение до конца. Гораздо опаснее высокая температура брожения, т.к. при этом может настолько ослабиться жизнедеятельность дрожжей, что восстановить их работу может быть и не удастся. В таких случаях необходимо охладить брагу до температуры 20÷22°С и добавить закваски свежих дрожжей.

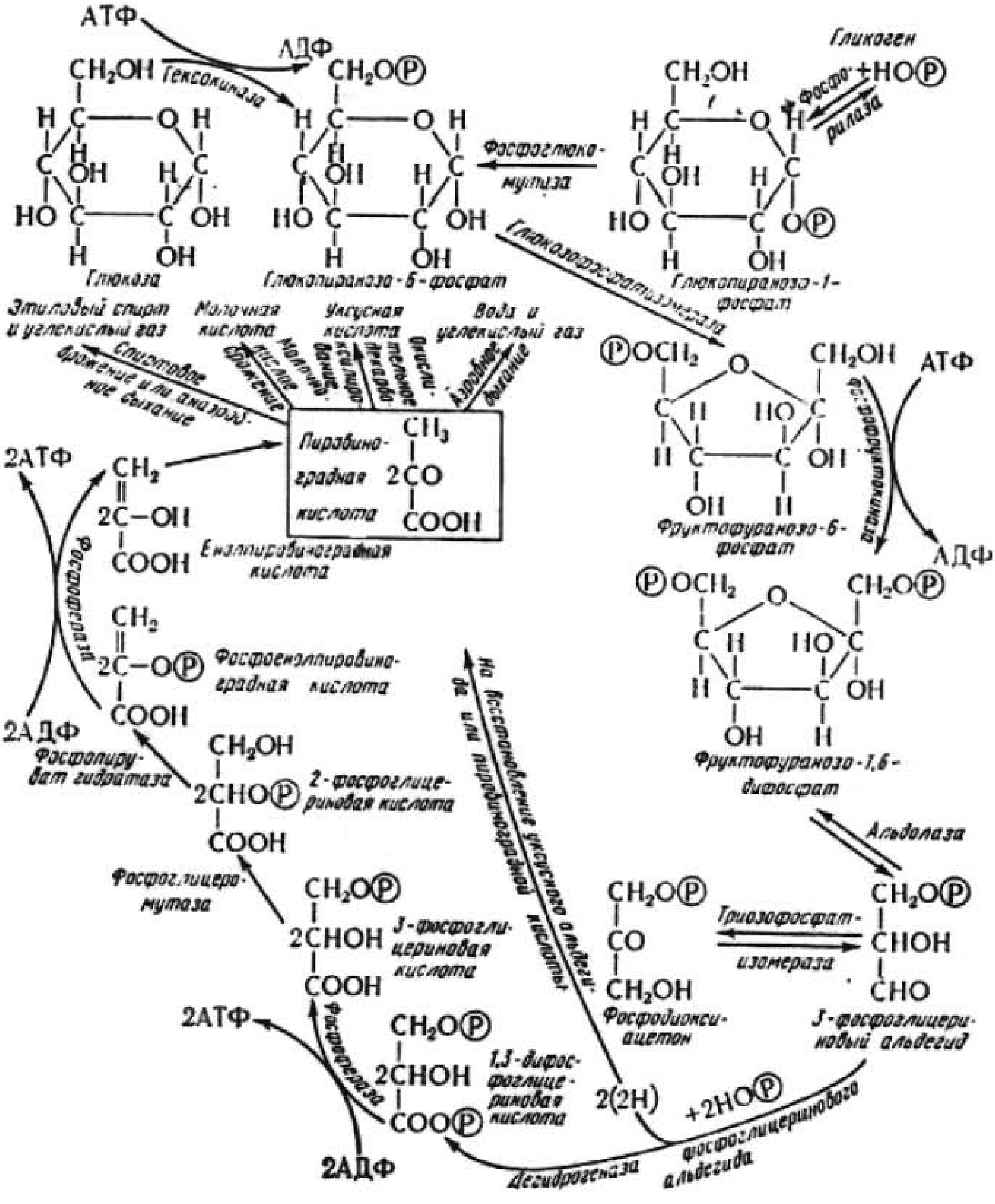


Рис. 7.1. Схема спиртового брожения и дыхания

Дальнейшее брожение после добавления новых дрожжей следует проводить при оптимальной температуре.

Скорость сбраживания в нормальных условиях пропорциональна концентрации сахаров в браге. Следует учитывать, что скорость сбраживания замедляется при достижении в браге концентрации спирта выше 10÷11 % об. Следовательно, при недостатке сахара в браге, брожение будет проходить медленно, а излишки сахара просто не будут переработаны в спирт. Это приведет к дополнительным потерям сырья, снижению выхода спирта-сырца.

При изготовлении спирта-сырца из сахара составляющие компонентов браги должны быть в соотношении: сахар – 1,0; дрожжи 0,1; вода 3,0. Это соотношение может быть приемлемым и при переработке фруктово-ягодного сырья. Следует учитывать сахаристость и влагонасыщенность конкретной смеси. Доза добавляемых дрожжей обычно составляет 25÷30 % к содержанию сахара.

Некоторое влияние оказывает и кислотность браги. При низком значении рН (высокой титруемой кислотности) спиртовое брожение замедляется.

7.1. Приготовление браги из зернового сырья и картофеля

Самый качественный спирт-сырец получается из зернового сырья. Однако, процесс приготовления браги из зерна имеет свои особенности. Зерно, например, пшеницу, замачивают на несколько дней, проращивают трое суток в теплом месте. Высушивают 12÷14 часов и размалывают на крупу (лучше плющить на вальцах). Полученную крупу нужно затереть теплой водой в соотношении 1: 3. Добавить сахар из расчета 2 кг на 10 кг зерна, 500 г дрожжей и солод. Солода необходимо взять в виде солодового молока из расчета 0,8 ÷1,0 л. Полученный затор закрыть, оставить в теплом месте на 10÷15 суток, периодически перемешивая и снимая образующуюся пену. За это время брага хорошо созреет и станет пригодной для отгонки из нее спирта-сырца. Хорошие результаты дает добавление в брагу 1 кг разваренного и размятого гороха и 0,5 л кефира на 30 ÷ 40 литров.

При использовании картофеля его следует тщательно вымыть, зачистить от гнили, плесени и запарить. Если картофель крупный, его следует предварительно разрезать, а после варки растолочь. На 10 кг картофеля добавляется 12 л воды, 0,5

л солодового молока, 0,5 кг сахара и 0,2 кг дрожжей. Хорошо бы в картофельную брагу добавить 1÷1,5 кг разваренной крупы зерновых культур. Замороженный картофель вполне пригоден для переработки на спирт-сырец.

Начальная температура запаривания картофеля не должна превышать 65°С, для цельного зерна 90÷100°С, раздробленного – не выше 50°С. Продолжительность запаривания свежего (не мерзлого) картофеля 40÷45 мин, риса, овса, ячменя 45÷60 мин, кукурузы 70÷80 мин. Дальше проводится разваривание этого сырья, в промышленности при 140÷150°С, в домашних условиях – при 100 °С.

При переработке гороха на 10 кг зерна добавляют 35÷45 л воды, в которой его разваривают. В эту смесь добавляют 0,5÷1,0 кг дрожжей, 0,5 кг солода и 1 кг сахара-песка. Всю смесь в закрытом виде оставляют на 7÷12 суток, периодически встряхивая (помешивая).

Благоприятной для сбраживания является концентрация сахара 10÷18 %. Обычно сбраживают заторы с концентрацией растворенных веществ 16÷18 %, это примерно 13,8÷15,5 % сахаров.

Спиртовое брожение в заводских условиях проводят при 29÷32°С и рН 4,5÷5,2. Бродильная способность дрожжей увеличивается с увеличением в заторе азотистых веществ. Начиная с рН 2 размножаться могут только дрожжи, поэтому брагу подкисляют молочной кислотой.

Спирт угнетающе действует на дрожжи, начиная с 1,5 % об. При 5 % об. спирта их размножение замедляется сильно, а при накоплении 7÷8 % об. бурное брожение затихает и начинается стадия дображивания. Прекращается сбраживание при 12÷16 % об. алкоголя. Диаграмма периодического спиртового брожения представлена на рис.7.2.

Опытные винокуры различают брожение разных типов: пенистое, покровное, волнистое, переливное. Например, для картофеля покровное брожение не является характерным. Оно указывает на слабость дрожжей и в брагу необходимо добавить свежие молодые дрожжи, а иногда сахар или солод.

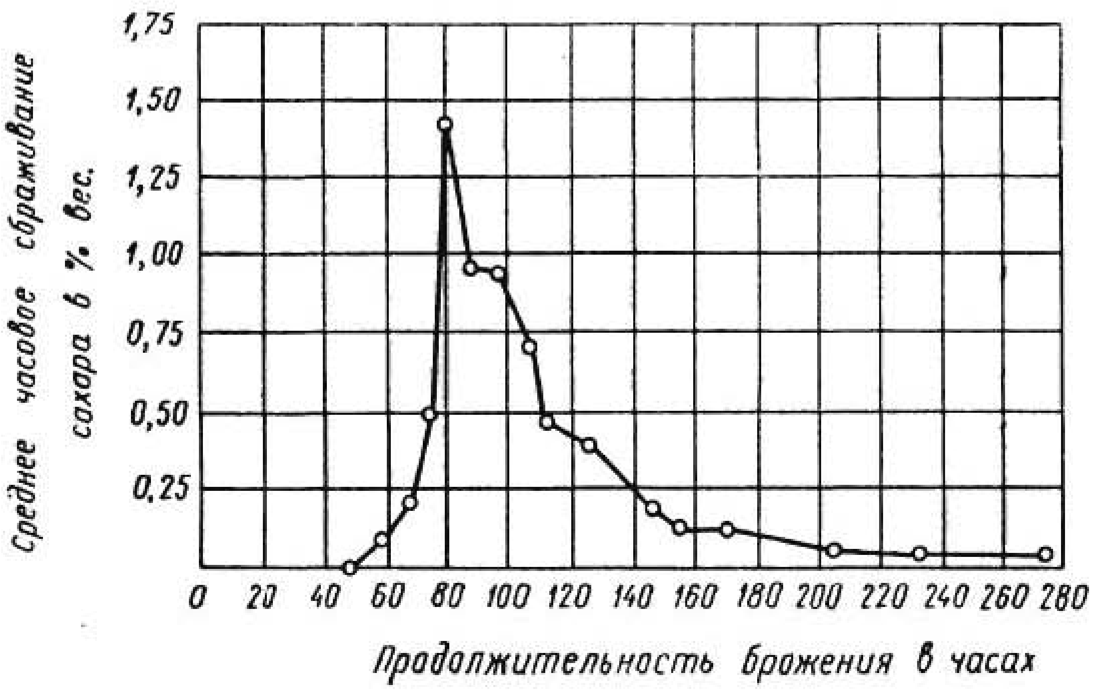


Рис. 7.2. Диаграмма периодического спиртового брожения

Пенистое брожение может привести к выплескиванию браги. Для противодействия этому применяют пеногашение: слегка охлаждают и добавляют в небольших количествах растительное масло или старое топленое сало. Через 2÷3 суток нужно довести температуру до оптимальной. Можно также добавить сильно броженое дрожжевое тесто или чистый солод.

Окончательно перебродившая брага становится горьковатой на вкус, образование газа и пены прекращается, хотя при встряхивании пузырьки газа со дна будут подниматься. Запах из резкого ставится кисло-сладким, спиртовым. Важно достаточно точно определить момент окончательного созревания браги, чтобы получить качественный спирт-сырец и хороший его выход.

При перегонке спирта из перезревшей или недозревшей браги качество его существенно снижается, уменьшается и выход готового продукта. По мере накопления опыта придет и настоящее умение точно определять готовность браги для перегонки. При изготовлении браги из разного сырья для определения ее готовности существуют свои особые признаки, по которым контролируют ход процесса брожения.

Меласса или свеклосахарная патока является отходами производства сахара и служит одним из основных видов сырья для получения этилового спирта и других продуктов брожения. Это густая темно-коричневая жидкость плотностью

1350÷1400 кг/м^3, которая отделяется в центрифугах при выделении кристаллов сахара и утфеля. В мелассе содержится 48÷52% сахарозы, 05÷3,0% рафинозы и 0,5÷2% инвертного сахара.

Отношение содержания сахара к общему содержанию сухих веществ (доброкачественность) мелассы составляет от55 до 62 %.

Дрожжами сахароза и инвертный сахар сбраживаются полностью, рафиноза - на 1/3. В мелассе достаточно имеется азотистых соединений, необходимых для питания дрожжей. Содержатся также вредные для жизнедеятельности дрожжей вещества – нитраты, нитриты, фурфурол, соли муравьиной, масляной и щавелевой кислот, продукты карамелизации и гумификации сахара. Таким образом, меласса является сложным по составу сырьем, пригодным для производства спирта.

Меласса, получаемая при производстве лактозы на сыродельных заводах, также может быть использована для производства спирта-сырца, но только после гидролиза лактозы ферментом β-галактозидазой или специальными дрожжами, способными сбраживать молочный сахар.

7.2. Получение и размножение дрожжевой закваски

К сбраживанию углеводов с образованием этилового спирта приспособлены многие микроорганизмы разных таксонометрических групп. Так в Европе, Северной Америке, Африке спирт получают с помощью дрожжей торула (торулопсис), в Азии – с использованием мукоровых грибов, в странах Южной Америки – применением бактерий Ps. lindneri.

Из дрожжей флоры чаще всего используют Kliveromyces fragilis, Kliveromyces lactis, Candida pseudotropsis, Candida intermedia, Torulopsis apherica, Torulopsis candida, Mycotorula lactis, Zygosaccharomyces lactis и другие.

Важнейшим действующим началом спиртового брожения являются дрожжи – микроскопические одноклеточные грибы, обитающие на фруктах, ягодах, цветах и в других местах, где есть сахара. Дрожжи, развиваясь в браге, перерабатывают сахара в спирт, который является продуктом их жизнедеятельности.

В спиртовом производстве применяют расы верховых дрожжей, обладающих наибольшей энергией брожения, сбраживающие моно– и дисахариды, декст-

рины и образующие максимальный выход спирта. Культурные дрожжи относятся к семейству сахаромицетов и называются Saccharomyces cerevisiae. Температурный оптимум развития дрожжей 25÷30°С, минимальная температура около 2÷3°С, При снижении температуры развитие дрожжей замедляется, а при повышении (более 30°С) наблюдается ускорение процессов: размножение дрожжей длится всего несколько часов, а при 40°С дрожжи быстро отмирают и в браге остаются недоброженные сахара.

При сбраживании плодового и ягодного сырья можно использовать так называемые «дикие» дрожжи, которые имеются в достаточном количестве на этом сырье. В виноградных и плодовых соках встречаются особо спиртоустойчивые виды дрожжей Saccharomyces oviformis, сбраживающие повышенные концентрации сахаров с образование 18% об. спирта. Дрожжи рода Schirosacena romyces, встречающиеся на плодово-ягодном и особенно яблочном сырье крайне нежелательны в производстве, так как некоторые из них вызывают сильное понижение кислотности в соках, расщепляя яблочную кислоту на углекислоту и воду.

В случае использования «диких» дрожжей целесообразнее приготовить специальную дрожжевую закваску. Для этого взять спелые, не мытые ягоды винограда, вишни, малины и размять их. На 250 г размятых ягод добавить 100 г сахара и 250 мл воды. Выделившийся сок отделить от мезги, процедить в бутылку через фильтр-сетку и, закрыв ватно-марлевой пробкой, поместить в теплое и темное место на 3÷4 суток. Полученный сок с культурами спиртовых дрожжей и есть закваска. Ее можно использовать вместо заводских заквасочных культур, но конечно эффективнее дрожжевая закваска специально подобранных рас дрожжей биофабрик или спиртзаводов.

Срок хранения закваски дрожжей в холодильнике при +10°С составляет 10÷15 суток. В качестве закваски в домашних условиях можно использовать томатную пасту, взяв ее в 2÷3 раза больше. Хорошие результаты дает использование отвара хмеля, охлажденного и заквашенного растертыми в нем шишками этого растения.

7.3. Стадии развития дрожжей

Дрожжевые клетки размножаются почкованием, при этом материнская клетка образует почку – отросток, которая вырастает в дочернюю клетку. В среде с хорошими условиями питания, благоприятной реакцией среды быстро образуются новые клетки. При неблагоприятных условиях (нехватке питания, холод, высокая концентрация углеводов или кислот и т.п.) внутри клетки образуются перегородки и клетка расщепляется ими на отдельные споры.

Пищевое сырье, подготовленное для брожения, имеет хорошие условия для роста и размножения дрожжей. После введения в брагу закваски дрожжей наблюдается их быстрые количественные и качественные изменения. Количество их возрастает в несколько сотен и даже тысяч раз. Размножение дрожжей проходит в несколько стадий (фаз). На кривой роста можно выделить 4 фазы. в начальной (латентной) фазе, называемой лаг- фазой, наблюдается задержка роста. В этот период дрожжи адаптируются к среде обитания и подготавливаются к размножению. Обычно различают два периода. Период действительного покоя – адаптационный и период начала постепенного размножения. продолжительность лаг-фазы спиртовых дрожжей составляет 1÷1,5 суток. В это время клетки увеличиваются в объеме, удлиняются и начинается рост дочерних клеток.

В наступающей следующей – логарифмической фазе скорость размножения дрожжей увеличивается в логарифмической прогрессии. Все клетки активно разлагают углеводы и находятся в браге во взвешенном состоянии.

Затем наступает стационарная фаза, когда замедляется размножение дрожжей, причем скорость образования новых клеток равна скорости отмирания старых. В этой фазе общее количество дрожжевых клеток в браге остается примерно постоянным.

И, наконец, в фазе затухания снижается общее количество клеток и их активность. Это обычно обусловлено либо уменьшением содержания в браге углеводов, увеличением концентрации спирта (более 12÷14 % об.), либо изменением температуры, кислотности и другими причинами. Отмирающие клетки оседают на дно бродильной емкости, где образуют осадок. В этом осадке под действием собственных ферментов происходит автолиз, т.е. распад составных веществ кле-

ток. При этом разлагаются высокомолекулярные вещества (жир, белки, углеводы, фосфорные и др.) с образованием низкомолекулярных продуктов распада, в том числе этилового спирта.

В процессе брожения, наряду с образованием этилового спирта, одновременно происходит нежелательное его химическое окисление и образование продуктов, вредных для здоровья. Это могут быть уксусный альдегид (CH_3COOH), образующийся при окислении спирта кислородом воздуха, метан (CH_3OH), уксусная кислота (CH_3 - CO - OH) и некоторые другие. Содержание посторонних продуктов в браге, а следовательно, в спирте-сырце, можно значительно снизить, ограничив доступ воздуха во время брожения (установка водяного затвора).

Другим способом является увеличение скорости сбраживания за счет внесения в брагу сахара-песка, т.е. повышением концентрации сахара в браге до 15÷20 %. Оптимальное для спиртовых дрожжей содержание сахаров в браге 18÷20%; наиболее сильные расы могут сбродить до 26 % сахаров, при этом образуется 15,5÷16 % об. спирта. При высоких концентрациях сахаров в браге (30÷40 %) процессы размножения дрожжей и брожения замедляются. Однако дополнительное внесение сахара отрицательно сказывается на себестоимости спирта-сырца.

На качество и выход готового спирта-сырца значительное влияние оказывают технологические режимы получения готового продукта при отгонке спирта из браги.

8. ПЕРЕГОНКА СПИРТА. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

Технологическая операция выделения этилового спирта путем нагрева перебродившей браги до температуры кипения спиртосодержащей смеси с последующей конденсацией паров спирта путем их охлаждения называется перегонкой. Процесс перегонки (дистилляции) жидких смесей основан на том, что составляющие смесь жидкости обладают разной летучестью, т.к. имеют разную упругость паров.

Для перегонки браги и частичной очистки спирта-сырца используют перегонные аппараты различных конструкций. В промышленности широко распространены ректификационные колонны.

Перегонка является сложным процессом и требует строго соблюдения температурного режима, противопожарной техники и техники безопасности. При простой перегонке в кубовом аппарате нельзя сразу получить чистый этиловый спирт. Он всегда будет содержать различные примеси – другие спирты, альдегиды, сложные эфиры, летучие кислоты, которые образуются в браге.

В зависимости от температуры кипения все примеси можно разделить на две группы: низкокипящие – с температурой кипения ниже, чем у этилового спирта и высококипящие – с температурой кипения выше 78,3°С. На рис. 8.1 показано графическое изображение процесса перегонки.

Кривая перегонки здесь несколько идеализирована, т.к. в реальных условиях перегонки строгое соблюдение температурного режима затруднительно, а часто и не возможно.

Обращаем внимание на ключевые точки процесса перегонки. Точка 1 на кривой перегонки соответствует температуре кипения легких примесей, содержавшихся в браге (t = 65÷68°С). Точка 2 соответствует температуре кипения этилового спирта (t = 78,3°С). При температуре смеси выше 85°С (точка 3) начинается интенсивное выделение тяжелых фракций – сивушных масел. До точки 1 брагу нагревать следует быстро, так эффективнее работа перегонного аппарата.

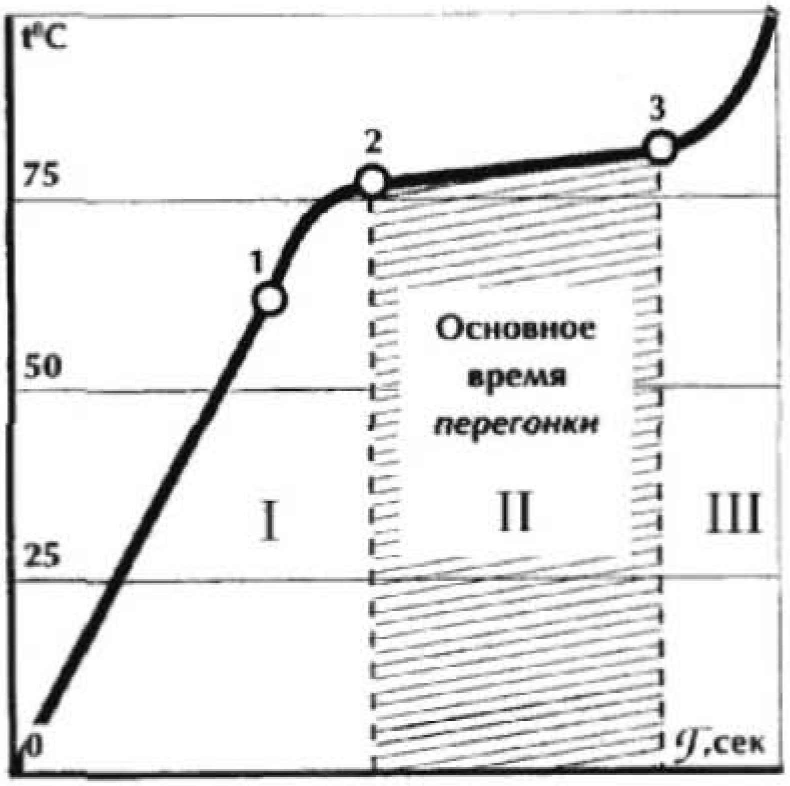


Рис. 8.1. Кривая процесса перегонки спирта-сырца

При достижении температуры 65÷68°С начинается выделение легких составляющих. Получаемый при этой фазе спирт («самогон - первач») – наиболее ядовит и не пригоден даже для наружного применения. Начало испарения (точку 1) легко определить, замеряя термометром температуру браги в камере испарителя. в появляющейся из конденсатора жидкости слышен легкий спиртовый запах, а на стенках холодильника конденсируется влага – «отпотевание». Наиболее ответственным является температурный переход к точке 2, т.к. требуется резкое уменьшение скорости нагрева во избежание возможного выброса браги. С точки 2 начинается основной процесс перегонки спирта. В процессе перегонки конденсация спирта в браге постепенно снижается, что приводит к непроизвольному повышению температуры ее кипения. Для получения спирта-сырца высокого качества необходимо строгое соблюдение температуры браги в пределах 78÷83°С в течение всего основного периода перегонки, до точки 3. В этой точке содержание спирта в браге минимально. Для извлечения остатков спирта придется повысить температуру браги, что неизбежно приводит к интенсивному испарению «хвостовых» фракций – сивушных масел. Спирт-сырец этой заключительной стадии перегонки, начиная с точки 3 (температура 85°С и выше), предпочтительнее собрать в отдельную емкость для использования на технические нужды.

Таким образом, оптимальным режимом перегонки являются температуры браги 78,3÷83°С. При повышении температуры кипения браги выше 85°С перегонку следует прекратить. Оценить этот момент можно по способности смоченной бумажки к возгоранию в пламени. Пока смоченная спиртом-сырцом бумажка горит синим пламенем, перегонку еще можно продолжать. Прекращение воспламенения смоченной спиртом-сырцом бумажки указывает на малую концентрацию этилового спирта и на преобладание сивушных масел.

На рис 8.2 показаны кривые зависимости содержания алкоголя, алкогольных и водяных паров в испарителе при нагревании браги.

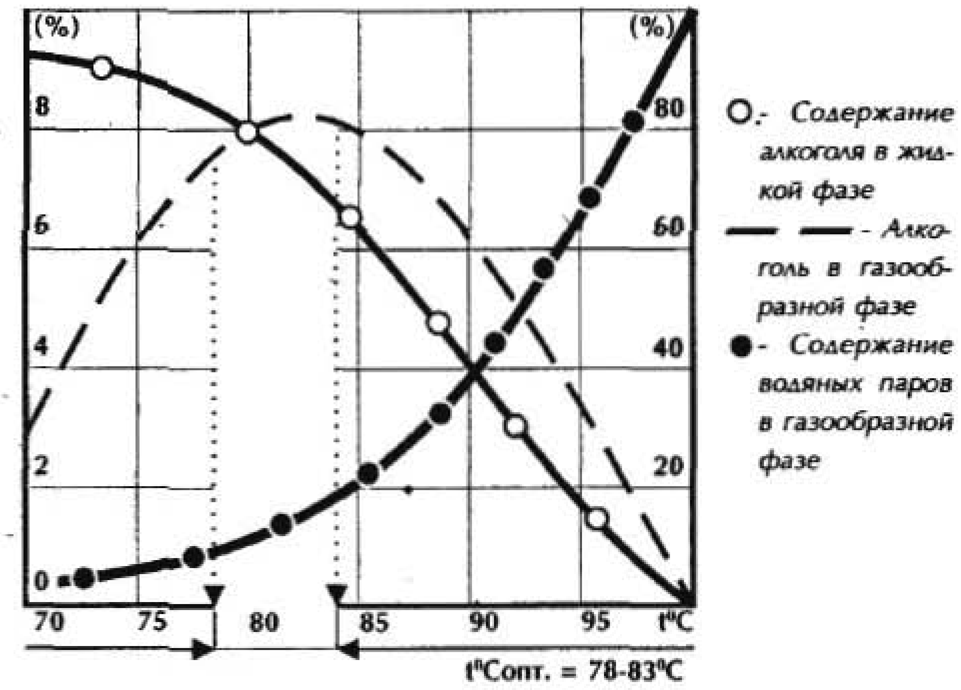


Рис. 8.2. Кривые изменения содержания алкогольных и водяных паров в испарителе в зависимости от температуры.

Получаемый таким образом спирт называется спирт-сырец, а полученный в *бытовых условиях – самогон. Крепость спирта-сырца должна быть не менее 88 %.* В этом спирте, наряду с этиловым спиртом, содержатся также другие химические вещества – кислоты, сивушные масла, альдегиды, эфиры. Общее содержание примесей составляет 0,3÷0,4 %. Даже ничтожное количество этих примесей ухудшает вкусовые качества спирта-сырца, придает неприятный запах, а главное, они ядовиты для человеческого организма. Степень вредности примесей по сравнению с чистым этиловым спиртом приведена в табл. 8.1.

Таблица 8.1. – Степень вредности нежелательных примесей в спирте-сырце

Название вещества	Показатели вредности
Пропиловый спирт	3,5
Изобутиловый спирт	8
Уксусный альдегид	10
Изоамиловый спирт	19
Фурфурол	83

Количество низкокипящих примесей незначительно и изменяется в зависимости от вида и состава перегоняемой браги и способа перегонки. Это головные

примеси. Хвостовые примеси (сивушные масла), кипящие при более высокой температуре, чем этиловый спирт, представлены высшими спиртами. Многие из них обладают резким запахом и едким вкусом. Поэтому их присутствие в спирте-сырце понижает его качество.

Кроме спиртов перегоняются также альдегиды: муравьиный, уксусный, а из высших альдегидов – фурфурол. Он образуется при кипячении пентоз и пентозанов с разбавленными кислотами. В отгон переходят также летучие кислоты: уксусная, масляная, молочная и сложные эфиры. Это, прежде всего, уксуснокислый эфир.

Этиловый спирт кипит при 78,3°C и давлении 760 мм. рт. ст., а температура водно-спиртовой жидкости тем ближе к 100÷2°C, чем больше относительное содержание в смеси воды. Так как спирт испаряется быстрее, чем вода, таким образом, перегоняемая брага по своему составу постепенно приближается к воде.

Для характеристики перегонки особое значение имеет соотношение между содержанием спирта в водно-спиртовых смесях, таким образом, точкой кипения этих смесей и содержанием спирта в парах, выделяющихся при кипении. В табл. 8.2 приведены данные крепости спирта-сырца, полученного однократной перегонкой водно-спиртовой смеси.

Таблица 8.2. – Зависимость содержания спирта-сырца в парах от содержания спирта в кипящей жидкости

Содержание спирта в кипящей жидкости , % об.	Содержание спирта в конденсированных парах, % об.	Коэффициент укрепления
40	78,8	1,97
30	75,8	2,53
20	69,3	3,46
10	54,1	5,41
5	37,9	7,58
2	19,1	9,55
1	10,8	10,80

Таким образом, при постепенном уменьшении содержания спирта в браге, образуемые пары будут все более и более обедняться спиртом. Наибольшая спиртуозность получаемого дистиллята достигается в начальный период перегонки.

Выход спирта-сырца различают теоретический и практический. Его находят из уравнения гидролиза и уравнения реакции спиртового брожения.

Теоретический выход спирта из 100 массовых частей крахмала составляет 56,81кг. Разделив на плотность спирта при 20°С (d = 0,78927), получаем 71,986 л.

Из 100 массовых частей глюкозы, фруктозы – 51,138 кг или 64,79 л.

Из 100 частей сахарозы, мальтозы, других дисахаров – 53,83 кг или 68,79 л.

Для пересчета сахарозы в условный крахмал необходимо умножить на 0,95. Например, в 1 т мелассы при содержании сахара 45 % условного крахмала будет: *0,476* х *0,95* = *0,452* т.

Практический выход спирта достигает 88,2÷92,5 % от теоретического, что составляет примерно 63,5÷66,5 дкл из 1 т крахмала.

8.1. Методы перегонки и перегонные аппараты

Перегонка бывает простой и фракционированной. Простая перегонка преследует цель возможно полнее извлечь спирт из перегоняемой жидкости вместе со всеми летучими веществами. При фракционированной – отделить одни летучие вещества от других, основываясь на различии их температур парообразования и конденсируя по фракция выделяющиеся в разное время пары.

8.2. Аппараты для получения спирта-сырца

В домашних условиях используют перегонные аппараты различных конструкций, от простейших до автоматизированных и работающих по заданной программе. Соответственно необходим и разный уровень подготовки обслуживающего персонала.

Следует всегда помнить, что производство спирта-сырца требует тщательной герметизации, особенно перегонных аппаратов, т.к. малейшие утечки паров

спирта создают в смеси с воздухом взрывоопасную атмосферу. Необходимо быть всегда «на страже» и работать в достаточно проветриваемом помещении.

Сам спирт, независимо от качества, представляет собой легко горючую и взрывоопасную жидкость. Легко горючими становятся и пропитанные им материалы. Пары спирта при вдыхании также действуют опьяняюще на человека и могут привести к потере сознания и неадекватным в сложившейся критической обстановке действиям.

Следует взять за правило, что в домашних условиях при проведении перегонки должны участвовать не менее 2-х человек. В помещении не должно быть искрообразования при включении электрических приборов, а в газовой печи должна быть проверена и отрегулирована тяга.

Для дистилляции браги применяют два типа перегонных аппаратов: с периодической загрузкой и с постоянным притоком перегоняемой жидкости (непрерывного действия). Самым простым по устройству, но недостаточно экономичным по расходу тепла аппаратом периодического действия, является так называемый перегонный куб, рис. 8.3.

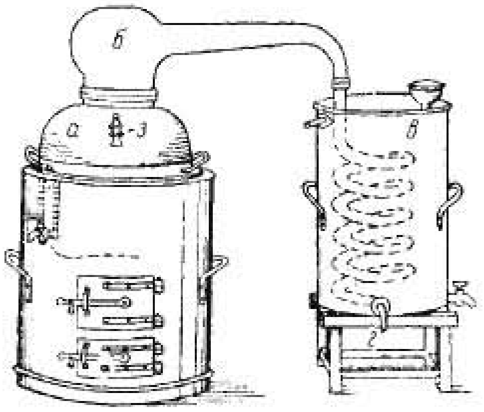
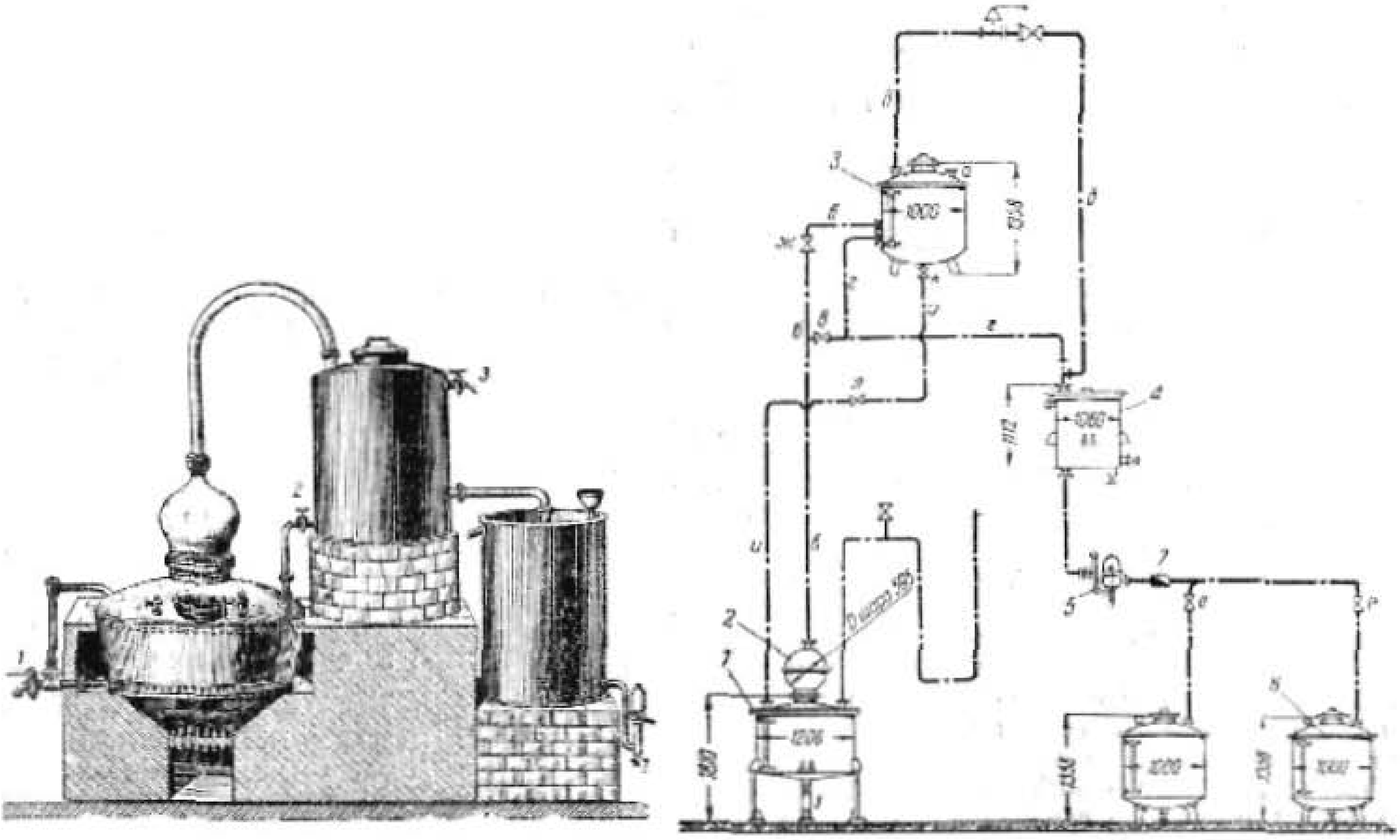


Рис. 8.3. Простой перегонный куб

Более экономичны кубовые аппараты с подогревателем. На рис. 8.4 показан такой аппарат и его принципиальная схема работы.



(а) (в)

Рис. 8.4 Перегонный куб с подогревателем (а) и схема его работы (в)

В промышленности используют непрерывно действующие перегонные аппараты, в которых дистиллят одновременно с перегонкой фракционируется на несколько частей: головной погон, очищенный этиловый спирт, хвостовой погон, душистые воды и др., рис. 8.5.

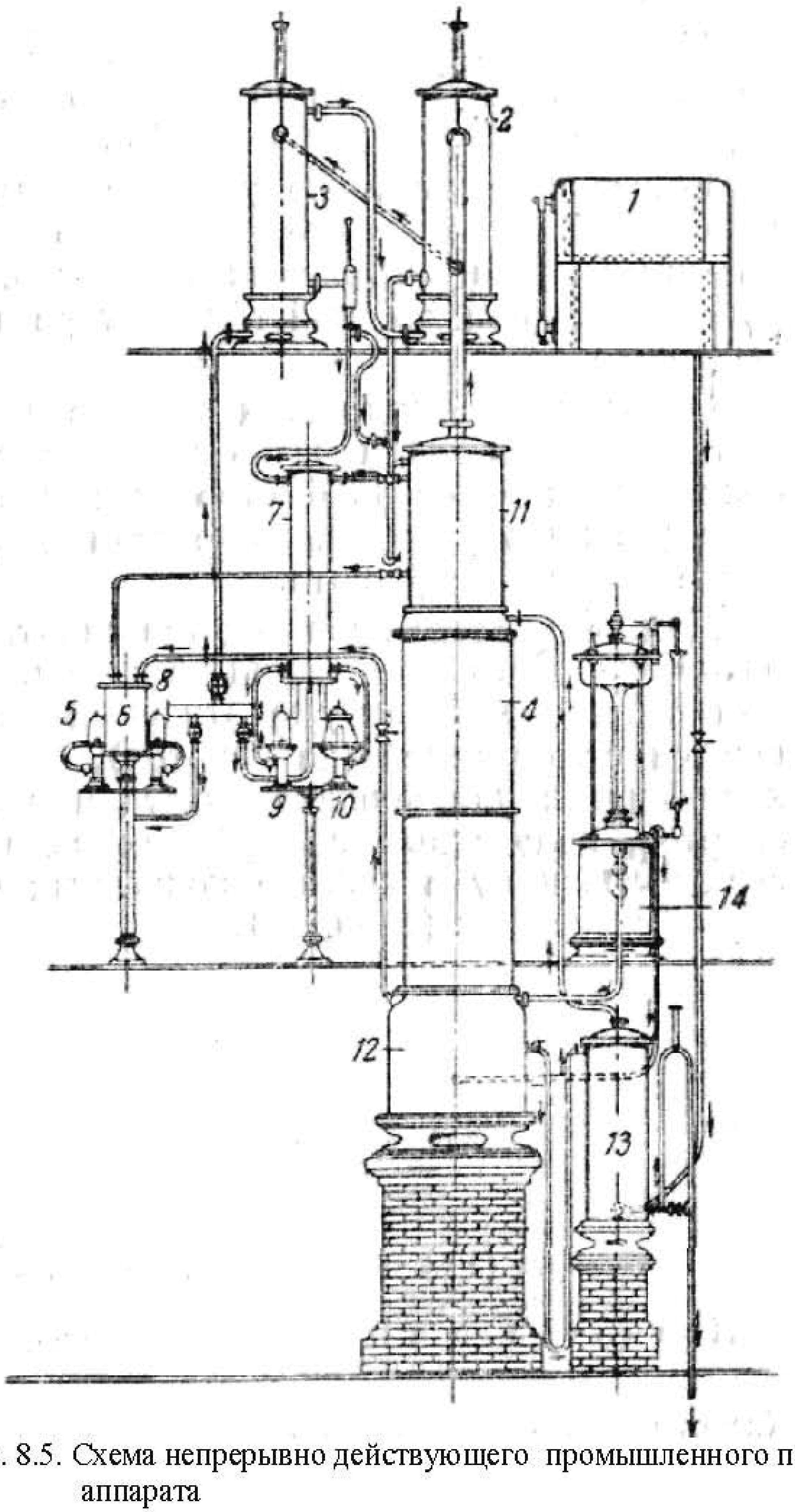


Рис. 8.5. Схема непрерывно действующего промышленного перегонного аппарата

8.3. Вспомогательное оборудование, инвентарь, КИП

Помимо основного оборудования – перегонных аппаратов и/или ректификационных колонок необходимо вспомогательное оборудование и инвентарь. Таким оборудованием являются разнообразные чаны, баки, сита для мойки сырья, алюминиевые кастрюли и баки разной вместимости для разваривания картофеля, свеклы, тыквы и другого сырья.

Для дробления зерна нужны крупорушки или вальцевые плющилки. Для приготовления браги удобны плотно закрывающиеся крышками молочные фляги, ушаты из нержавеющей стали, бочки и т.п.

Для предварительных лабораторных опытов удобно использовать холодильники Либиха с колбами, дефлегматоры.

При постоянном производстве спирта-сырца следует изготовить перегонный куб, вмазав его в печку под навесом или даже на улице. Нагрев удобно проводить газом или электроплитками, вмонтированными ТЭНами, можно дровами, торфом, углем и другим местным дешевым топливом.

Для приема спирта-сырца подходят 3-х литровые бутылки, банки и другие, герметично закрывающиеся сосуды. Удобны для применения разнообразные цедилки и фильтры для очистки воды, спирта-сырца и других растворов от механических примесей.

Нужны термометры. Один для замера температуры браги во время брожения и в перегонном кубе (на 100°С), другой в дефлегматоре – на 120÷150°С. Для определения давления паров желателен манометр, встроенный в перегонный куб.

Для контроля крепости спирта-сырца, ректификата и напитков необходим ареометр-спиртомер со шкалой 0,8÷1,0 (800 ÷1000 кг/м^3). Кстати, в домашних условиях ареометр можно сделать самому, взяв пробирку высотой 90÷100 мм, куда насыпать мелкую свинцовую дробь и закрыть пробкой. В пробку вставить толстый прозрачный стержень, например, от гелевой авторучки, или тонкую стеклянную трубку длиной 120÷150 мм. Внутрь стержня вложить полоску миллиметровой бумаги. Этот прибор поместить в емкость с дистиллированной водой при 20°С и, изменяя массу дроби, добиться такого положения, чтобы тонкий стержень со шкалой погрузился почти на всю длину в воду. Отметить этот уровень на шка-

ле прибора. Затем этот ареометр погрузить в спирт 96% об и тоже на шкале отметить уровень. Аккуратно, тонким слоем залить верх дроби в пробирке сургучом. Полоску между двумя делениями разделить на 10 или 9,6 частей. Прозрачную пластиковую трубочку вверху закрыть деревянной пробкой. Спиртомер готов, но его лучше бы сравнить с заводским ареометром-спиртомером, чтобы быть абсолютно уверенным в его показаниях.

8.4. Очистка спирта-сырца

Даже при оптимальных режимах брожения пищевого сырья и перегонки спирта в готовом продукте всегда присутствуют вредные примеси. Для нейтрализации каждой примеси применяют свой способ. Чаще всего для этого используют марганцовокислый калий ($KMnO_4$), который окисляет некоторые органические вещества и древесный активированный уголь, адсорбирующий на себя примеси. Известно несколько рецептов очистки спирта-сырца с использованием свежего молока, древесной золы, поваренной соли и др. При правильном использовании очищающих средств удается добиться достаточно хорошей чистоты.

Однако, лучшая очистка спирта-сырца достигается двойной и более перегонкой (ректификацией). Этот метод требует много времени и дополнительного расхода энергоресурсов, одновременно снижается выход спирта, но в данном случае цель оправдывает средства.

При ректификации, наряду с очисткой, происходит и укрепление спирта, в результате достигается его крепость 96,2% об. При ректификации спирт-сырец разбавляют водой до концентрации 40÷45 % об. затем перегоняют при температуре кипения 80÷83,5°С.

Для оптимального разбавления спирта-сырца водой при повторной перегонке можно руководствоваться табл. 8.3, где:

X – содержание этилового спирта в растворе до разбавления, % об;

V – содержание этилового спирта в растворе после разбавления, % об.

Таблица 8.3 - Параметры разбавления спирта-сырца водой

V/ X	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50
90	6,4									
85	13,3	6,6								
80	20,9	13,8	6,8							
75	29,5	21,8	14,5	7,2						
70	39,1	31,0	23,1	15,4	7,6					
65	50,1	41,4	33,0	24,7	16,4	8,2				
60	62,9	53,7	44,5	35,4	26,5	17,6	8,8			
55	78,0	67,8	57,9	48,1	38,3	28,6	19,0	9,5		
50	96,0	84,7	73,9	63,0	52,4	41,7	31,3	20,5	10,4	
45	117,4	130,8	117,3	81,2	69,5	57,8	46,0	34,5	22,9	11,4
40	144,4	130,8	117,3	104,0	90,8	77,6	64,5	51,4	38,5	25,6
35	*178,7*	*163,3*	*148,0*	*132,9*	*117,8*	*102,8*	*87,9*	*73,1*	*58,3*	*43,6*
30	224,1	206,2	188,6	171,1	153,6	136,0	118,9	101,7	84,5	67,5
25	278,1	266,1	245,2	224,3	203,5	182,8	162,2	141,7	121,2	100,7
20	382,0	355,8	329,8	304,0	278,3	252,6	227,0	201,4	176,0	150,6
15	540,0	505,3	471,0	436,9	402,8	368,8	334,9	301,1	267,3	233,6

Значения таблицы показывают число объемных частей воды, которое следует добавить к 100 объемам раствора, содержащего X % об. этилового спирта для получения раствора, содержащего V % об. спирта.

При повторной перегонке объем головной фракции составляет 3÷8% от объема спирта-сырца, что составляет, примерно, 200÷230 мл на 10 л спирта-сырца. В ней содержатся легкокипящие жидкости и ее используют на технические нужды.

Вторую фракцию – целевой продукт получают при нагреве до температуры 86÷96°С. Это очищенный этиловый спирт – целевой продукт, используемый для приготовления крепких спиртных напитков.

Третья – хвостовая фракция (600÷800 мл на 10 л спирта-сырца) содержит сивушные масла и небольшое количество этилового спирта. Эта часть может быть использована для растворения красок, масел, лаков.

Спирт высшей очистки (96,2 % об.) получают повторной ректификацией спирта 1 сорта (ректификата) или однократной замедленной перегонкой спирта-

сырца в перегонных аппаратах периодического действия или из браги при перегонке на брагоректификационных аппаратах.

После ректификации спирт следует очистить, пропустив через древесный уголь и профильтровать. Уголь в таблетках можно приобрести в аптеке, размять и внести в спирт. В домашних условиях древесный уголь можно получить из дров путем неполного их сжигания. Когда дрова прогорят, но жар еще сильный, угли складывают в металлическую емкость, плотно закрывают и оставляют до остывания без доступа воздуха. Для получения угля больше всего подходят буковые, березовые, липовые, дубовые дрова. Меньшую поглотительную способность имеют уголь из древесины осины, ольхи, тополя. В промышленности применяют активированный древесный и/или костный уголь специальных марок, который обладает высокой поглотительной способностью.

Уголь добавляют в спирт из расчета 500 г угля на 10 л спирта, 3÷4 раза в сутки взбалтывают, а затем на 7 дней оставляют для отстаивания, после чего фильтруют через лавсановую фильтр-сетку или фланель. В промышленности фильтруют через специальные фильтры.

9. ПРОИЗВОДСТВО ТЕХНИЧЕСКОГО СПИРТА

9.1. Гидролизный спирт

Для производства гидролизного спирта используются сахара, образуемые после гидролиза древесины в серной кислоте вплоть до образования глюкозы. Сырьем для гидролиза являются отходы лесопильных и деревообрабатывающих предприятий, а также древесина в виде бревен с лесозаготовок. Наряду с древесиной могут перерабатываться кукурузные стержни, подсолнечная лузга, хлопковая шелуха и др. Из 1 $м^3$ хвойной древесины обычной влажности получается в среднем 60 л гидролизного спирта, который используется в химическом производстве.

9.2. Сульфитные щелока

Сульфитные щелока – это отходы сульфатно-целлюлозных заводов. Они образуются при варке древесины под давлением в растворе бисульфита калия с сернистым ангидридом (варочной кислотой). Количество получаемой целлюлозы

при сульфитной варке составляет 50÷54% от массы древесины, а остальная часть переходит в раствор в виде лигнинсульфоновых кислот и сахаров. Этот раствор и называется сульфитным щелоком. При выработке 1 т целлюлозы получается 10 т щелока с содержанием 2÷3,5 кг редуцируемого сахара, 65÷75 % которого состоят из сбраживаемых дрожжами гексоз и на 30 % из несбраживаемых. Для нормального сбраживания сульфитного щелока необходимо обогащение их фосфорнокислыми, азотистыми соединениями и дрожжевыми автолизатами.

9.3. Синтетический спирт

Синтетический спирт получают из этиленсодержащих газов путем присоединения воды к этилену. Известны разные варианты синтезирования спирта: прямой гидратации этилена и сернокислотный. При прямой гидратации смесь этилена и водяного пара при температуре 230÷300°C в присутствии катализатора пропускают под давлением 6,5÷7,5 МПа. В результате спирт синтезируется по схеме:

$$\underset{\text{этилен}}{C_2H_4} + H_2O \xrightarrow{\text{катализатор}} \underset{\text{спирт этиловый}}{C_2H_5OH} \qquad (9.1)$$

По сернокислотному варианту из этилена и концентрированной серной кислоты получают кислый эфир (этилсерную кислоту). Разлагая водой при нагревании из этого эфира получают спирт и серную кислоту. Схематично это можно представить следующим образом:

$$\underset{\text{этилен}}{C_2H_4} + H_2SO_4 \longrightarrow \underset{\text{этилсерная кислота}}{C_2H_5HSO_4} + H_2O \longrightarrow \underset{\text{спирт этиловый}}{C_2H_5OH} + H_2SO_4 \qquad (9.2)$$

Производство синтетического спирта-сырца экономически выгодно, т.к. себестоимость его в 4 раза ниже, чем из пищевого сырья и в 2 раза меньше, чем гидролизного. Используют синтетический спирт только на технические цели и в качестве добавок к моторному топливу. Для пищевых продуктов использовать технический спирт запрещено.

10. ИЗГОТОВЛЕНИЕ КРЕПКИХ СПИРТНЫХ НАПИТКОВ

Крепкими считаются напитки с содержанием в них алкоголя 20 % об. и более. Эти напитки готовят из спирта-ректификата разной степени очистки и умяг-

ченной воды с добавлением некоторых веществ, смягчающих вкус и улучшающих аромат напитка. Наиболее распространены в России водки и коньяки различных названий, изготовленные из спирта-ректификата обычно двойной перегонки, настойки на травах и фруктах, наливки, кремы и многие другие.

10.1. Питьевой спирт

Кроме водок для Северных регионов в России выпускают питьевой спирт крепостью 95±0,2% об. Допустимое содержание примесей в питьевом спирте составляет:

альдегидов, % об. – не более 0,002 в пересчете на безводный спирт;

сивушных масел, % об. – не более 0,003 в пересчете на безводный спирт;

эфиров в пересчете на уксусно-этиловый – не более 50 мг на 1 л безводного спирта;

фурфурол – полное отсутствие.

Спирт должен выдерживать пробу на метанол. Для приготовления питьевого спирта требования к чистоте воды те же, что и для производства водки. Питьевой спирт фильтруют и направляют для фасования в бутылки или крупную тару (бочки, цистерны).

10.2. Ликерно-водочная продукция. Изготовление водок.

Включает в себя водки и ликерно-водочные изделия. По физико-химическим показателям водки делят на 2 вида: приготовленные на этиловом ректификованном спирте высшей очистки (массовое производство) и спирте экстра («Русская», «Посольская» и др.).

Водкой считается напиток, приготовленный из этилового ректификованного спирта и очищенной, умягченной воды, а также некоторых вкусо-ароматических добавок, улучшающих органолептические показатели напитка. Добавляемые ингредиенты не должны изменять цвет водки. При простом смешивании спирта и воды получают водочную сортировку, которую в дальнейшем обрабатывают активированным углем, фильтруют. Блок – схема технологического процесса производства водки приведена на рис. 10.1.

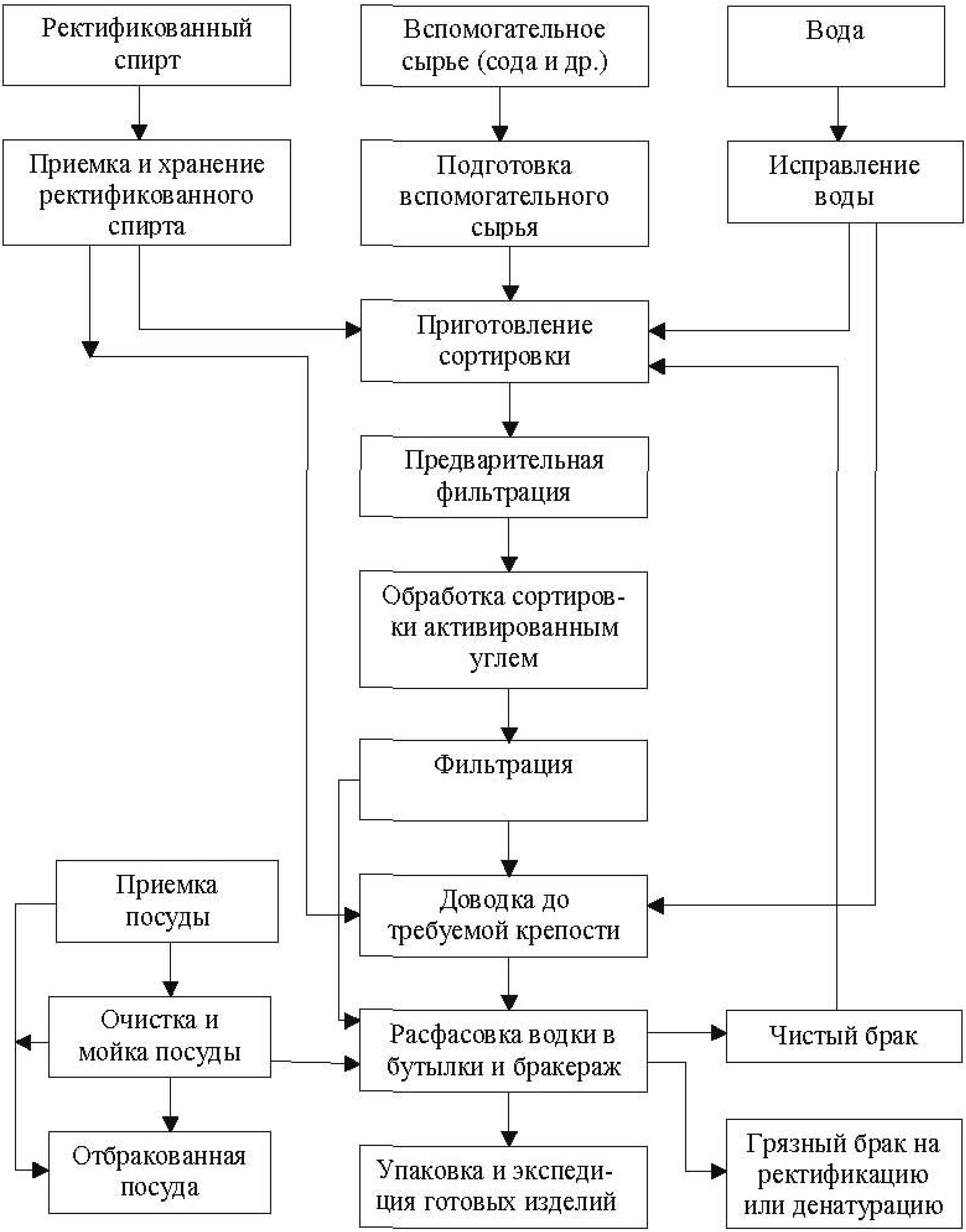


Рис. 10.1. Блок – схема технологического процесса производства водки

Выпускаются водки, содержащие 40, 50 и 56% об. спирта. Содержание спирта в водке выражают в объемных процентах (% об.), который обозначает, сколько объемов безводного спирта содержится в 100 объемах водки при 20°С. Этот показатель называют крепостью водки. Крепость бывает видимая и истинная. Истинной называется крепость, показываемая ареометром – спиртомером в водно-спиртовом растворе при 20°С, приготовленном на дистиллированной воде.

Видимая крепость непосредственно определяется спиртомером в водке, приготовленной на очищенной (не дистиллированной) воде. Видимая крепость меньше истинной из-за влияния сухого остатка воды, увеличивающего показание спиртомера.

Для производства водок используют зерновой или зернокартофельный спирт одинарной или двойной ректификации и высшей очистки (ГОСТ 5962-67, ГОСТ 131-67 – Спирт этиловый – сырец).

10.3. Расчет сортировки

Он заключается в определении количества спирта и воды для получения требуемого объема сортировки заданной крепости. Основные расчетные формулы выводят из составления баланса спирта.

$$V_{сп}\frac{a_{сп}}{100}=V_c\frac{a_c}{100}, \qquad (10.1)$$

где $V_{сп}$ – объем спирта, л крепостью $a_{сп}$, % об.;

V_c – объем сортировки, л требуемой крепостью a_c, % об.

Из этого уравнения определяют объем спирта, необходимый для получения заданной сортировки:

$$V_{сп}=\frac{V_c\cdot a_c}{a_{сп}}, \qquad (10.2)$$

Для облегчения подобных расчетов удобно пользоваться табл. 10.1.

Таблица 10.1 – Потребность в воде для приготовления водно – спиртовой смеси из крепкого спирта и воды при температуре 20°С

Крепость получаемой водно-спиртовой смеси, % об. при 20°С	крепость исходного спирта (в % об.)										
	95,5	95.6	95,7	95,8	95,9	96.0	96,1	96,2	96,3	86,4	96.5
	количество объемов воды, которое надо прибавить на 100 объемов спирта										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
56	75,73	75.94	76,14	76,35	76,55	76,75	76,96	77,16	77,37	77.57	77.78
55	78.95	79,16	79,37	79.57	79.78	79,99	80,20	80,41	80,61	80,82	81,03
54	82,26	82,50	82,71	82,92	83,13	83,34	83,55	83,76	83,97	84,18	84.39
53	85.74	85,95	86,17	86.38	86,60	86,81	87,03	87,25	87,46	87,68	87.89
52	89,32	89,54	89.76	89,97	90,19	90.41	90.63	90,85	91,06	91,28	91.50
51	93,02	'93,25	93,47	93,69	93,92	94,14	94,36	94,59	94,81	95,03	95,25
50	96,89	97.12	97,34	97.57	97,80	98,02	98,25	98,48	98.71	98,93	99,16
49	100.90	101,14	101,37	101,60	101,83	102,06	102,29	102.52	102,75	102.98	103.21
48	105,07	105,31	105.54	105,78	106,01	106,25	106.48	106,72	106,95	107,19	107.42
47	109,41	109.65	109.89	110,13	110,37	110,61	110,85	111.09	111,33	111.57	111.81
46	113,93	114,18	114,42	114,67	114,91	115,15	115,40	115,65	115,89	116.14	116,38
45	118,67	118,92	119,17	119,42	119,66	119,91	120.16	120,41	120,66	120,91	121,16
44	123,59	123,85	124.10	124.36	124,61	124,86	125,12	125,37	125,63	125.88	126,14
43	128.73	128,99	129,25	129,51	129,77	130,03	130.29	130.55	130,81	131,07	131,33
42	134.12	134,38	134,65	134.91	135,18	135,44	135,71	135,98	136,24	136,51	136.77
41	139,76	140.03	140,30	140,57	140,84	141,11	141,39	141,66	141.93	142,20	142,47
40	145.65	145,92	146.20	146,46	146,76	147.02	147,31	147.59	147.87	148,14	148,42

Продолжение табл.10.1

Крепость получаемой водно-спиртовой смеси, % об. при 20 °С	Крепость исходного спирта (в % об.)										
	95,5	95.6	95,7	95,8	95,9	96.0	96,1	96,2	96.3	96.4	96.5
	количество объемов воды, которое надо прибавить на 100 объемов спирта										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
39	151,87	152.16	152,44	152,73	153,01	153,30	153,58	153,86	154.15	154.43	154,72
38	158,38	158,68	158.97	159,26	159,55	159,84	160.13	160,42	160,71	161,00	161,29
37	165,26	165.56	165,86	166.15	166.45	166,75	167.05	167,35	167,64	167,94	168,24
36	172,48	172.79	173,09	173,40	173,70	174,01	174,32	174,62	174.93	175,23	175,54
35	180,12	180,43	180,75	181,06	181,38	181,69	182,00	182.32	182,63	182,9;	183.26
34	188,22	188,54	188.86	189,19	189,51	189,83	190.15	190,47	190,80	191.12	191,44
33	196,81	197,15	197.49	197,83	198.17	198,51	198,87	199,19	199.53	199,87	200.20
32	205.82	206.17	206,51	206,85	207,19	207.53	207,87	208.21	208.55	208,89	209.23
31	215,49	215,84	216,19	216.54	216.89	217,24	217,59	217,96	218,30	218.65	219.00
30	225,82	226,18	226,54	226.91	227,27	227.63	227,99	228,35	228,72	229,08	229.44
29	236.57	236,97	237,38	237,79	238,20	238.61	238,98	239,36	239,73	240,10	240.48
28	248.32	248,74	249,16	249,58	250,00	250.44	250,82	251.21	251,59	251,98	252.36
27	260.96	261,39	261,83	262,27	262.70	263,14	263,54	263,94	264.34	264,74	265,14
26	274.53	274,98	275.43	275.88	276.34	276,79	277.20	277,62	278,03	278,44	278,86
25	289,19	289,66	290,13	290.60	291.07	291,54	291,98	292,41	292,85	293,29	293,73
24	305,30	305,74	306,19	306,63	307,08	307,52	307.96	308,41	308.85	309,30	309,74
23	322,33	322,85	323.87	323,89	324,41	324.93	325.39	325,84	326,30	326,75	327,21
22	341,13	341,66	342.19	342,72	343.26	343,79	344,27	344,67	345.24	345,72	346.21
21	361.71	362,27	362,83	363,38	363.94	364,50	364.97	365,45	365,92	366,40	366,87
20	384.34	384,93	385.52	386,10	386,69	387,28	387,81	388,34	388.87	389.40	389,93
19	409,34	409,95	410,56	111,17	412.79	412,42	412,97	413,53	414,08	414,64	415,19
18	437,17	437,82	438.47	439,11	439,76	440,41	441,00	441,58	442,16	442.75	443,33

Даже при длительном отстаивании в водной сортировке остаются высокодисперсные взвешенные частицы (кристаллы солей жесткости, взвешенные частицы из воды, активированного угля, пылинки из воздуха и т.п.). Поэтому для достижения совершенной прозрачности и кристального блеска водку необходимо фильтровать. Конструкции фильтров могут быть самыми разнообразными: фильтрпрессы, вакуум-фильтры. Фильтрующим элементом может быть чистый песок, керамические плитки и некоторые другие материалы.

После фильтрации водочную сортировку корректируют по содержанию спирта. Эту операцию называют доводкой. Ее проводят непосредственно перед разливом в бутылки. В зависимости от крепости сортировки добавляют либо умягченную профильтрованную воду, либо чистый спирт. Необходимость в доводке бывает исключительно редко. Обычно работа в сортировочном отделе организуется так, чтобы не было необходимости в доводке.

10.4. Старинные русские водки

К настоящему времени слово «водки» во множественном числе может вызвать удивление и недоумение. Только в старинных книгах можно встретить такое множество различных названий: «Ерофеич», «Анисовая», «Московская старинная», всевозможные ратафии (женские сладкие водки) и многие другие с разнообразным вкусом и ароматом.

Для изготовления водок по старинным русским рецептам, прежде всего, необходимо иметь очищенный спирт-ректификат без посторонних привкусов и запахов, чистейшую мягкую воду или дистиллят, вкусовые и ароматические вещества. Для очистки спирта необходимо взять хороший древесный уголь или угольные таблетки. Истолочь уголь не слишком мелко и всыпать из расчета 50 г на 1 л спирта. Оставить, периодически (3÷4 раза) встряхивая, на 2-3 недели. После этого спирт следует профильтровать через плотную фильтр-сетку с прокладками из ваты. Перед повторной ректификацией в спирт добавить немного марганцовокислого калия до слабо-розового окрашивания. Провести перегонку, выделяя 2-ю фракцию, которая и пойдет для приготовления водок по старинным рецептам.

Водка «Ерофеич». Взять по 35 г мяты, аниса, померанцевых орехов, крупно истолченных и залить 1 л очищенной на березовых угольях водкой. Все это оставить на 12 суток в теплом месте. Водку профильтровать, а осадок залить 0,5 водки и еще раз настоять в тепле один месяц.

Старая Московская. В очищенный спирт из расчета на 1 л добавить по 40 г имбиря, калгана, щавеля, мяты, аниса. Настоять 18 суток и разбавить 1,5 чистой ключевой воды и перегнать через дистилляционный аппарат.

Ратафии. Ратафии – это сладкие водки. Обычные водки – это мужские крепкие напитки, имеют достаточно жесткий вкус, даже если в них добавлен сахар, соль, лимонная кислота и другие добавки. В старые времена выпускали специальные сладкие водки – ратафии, которые могла пригубить и женщина.

Для изготовления ратафии использовался очищенный спирт-ректификат. В этот спирт добавляли самые спелые и здоровые ягоды малины, вишни, смородины, кардамона, гвоздики, мяты, цедра лимона или апельсина, истолченные персиковые или абрикосовые косточки. Обычно настаивают спирт неделю, причем заливают его столько, чтобы эти добавки были только покрыты им.

На 1 л спирта брали 200 г воды и 200 г сахара. Воду с сахаром кипятить 2 раза, снимая пену. В горячий сироп через фильтр влить настоянный спирт, смешать. Затем через фильтр разлить в 3-х литровые бутыли и тщательно укупорить распаренными корковыми пробками. Поставить на несколько недель в теплое место для отстоя, отстоявшуюся водку перелить через фильтр, стараясь не взболтать осадок, в чистые бутылки. Ратафия готова к употреблению.

10.5. Придание напиткам приятных органолептических показателей

Напитки оценивают по внешнему виду, вкусу и аромату, консистенции. Улучшение органолептических показателей спиртных напитков производится естественными или искусственными добавками: сахаром, подсластителями, ароматизаторами, пищевыми кислотами, красителями, стабилизаторами и пр. На рис.10.2 представлена классификационная схема растительного сырья, используемого в ликерно-водочном производстве.

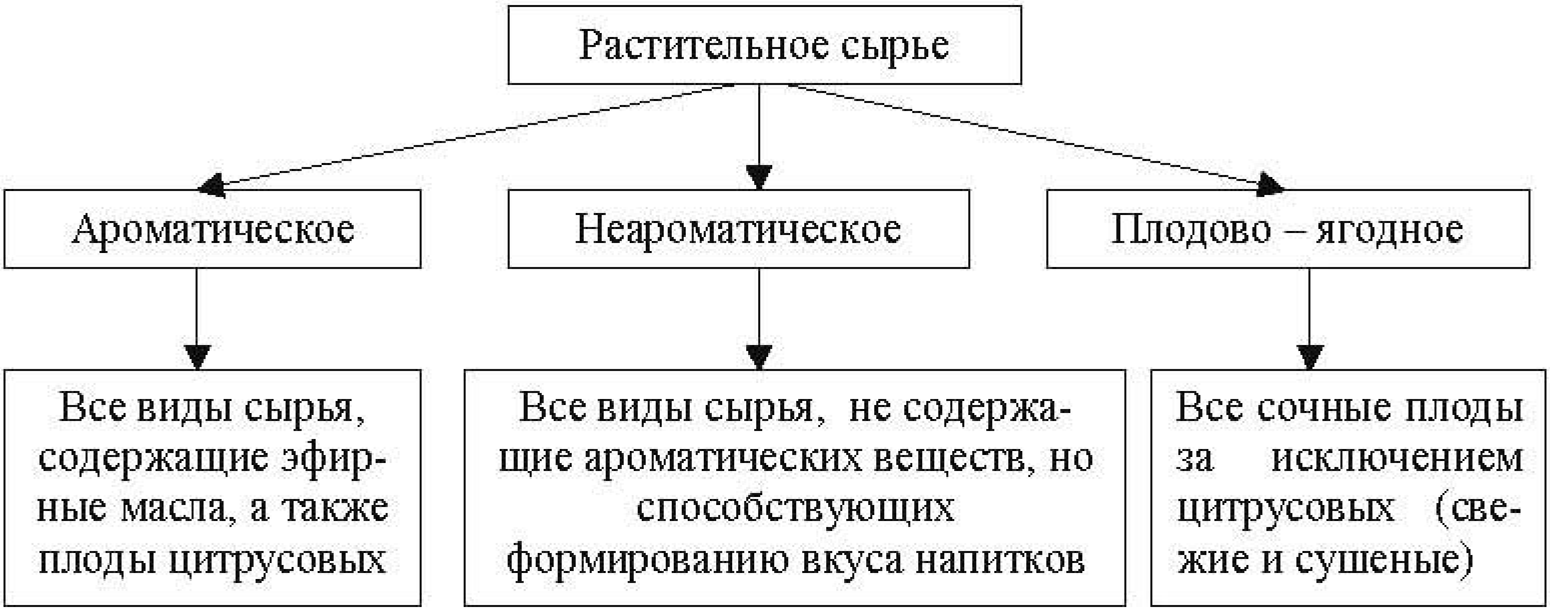


Рис. 10.2 Классификация растительного сырья

Наибольшее распространение получили: мускатный орех, перец, корица, гвоздика, ваниль, тмин, шафран, лимонная кислота, танин, дубильные вещества и многие десятки других пряностей, придающих приятный вкус, аромат, окраску, консистенцию. Некоторые из них способствуют лучшему усвоению напитков, другие защищают организм от негативных воздействий на него высокой концентрации этилового спирта.

Для придания напиткам определенного выраженного вкуса кроме сахара используют также разнообразное растительное сырье, из которого делают спиртовые вытяжки, а затем их используют, часто в смеси для приготовления тех или иных напитков. В табл.10.2 приведены дозы некоторых добавок для получения определенных вкусовых характеристик крепких спиртных напитков.

Для создания напитков с приятным сладким вкусом используют специально приготовленные сахарный, фруктово – ягодные сиропы, мед, варенье, растворы подсластителей. Сахарный сироп варят до прекращения пенообразования из расчета 1 кг сахара на 1 л очищенной и умягченной воды. Сироп фильтруют или оставляют для осветления на 2 недели. Не растворившиеся частички примесей за это время осядут на дно.

При смешивании спирта с сиропом или с медом происходит нагревание смеси и выделение пузырьков газа. Прекращение газообразования указывает на завершение операции смешивания.

Таблица 10.2 – Предельно допустимые дозы некоторых растительных добавок, используемых при производстве крепких напитков

Наименование пряностей	Доза, г/л	Вкус
Бадьян	3,0 ÷20,0	горьковато – пряный
Ваниль	0,5 ÷ 2,0	горький
Гвоздика	0,6 ÷3,0	жгучий
Имбирь	1,5 ÷ 12,0	жгучий
Кардамон	4,0 ÷ 20,0	пряно – жгучий
Корица	3,0 ÷ 15,0	горьковато – горький
Лавровый лист	0,5 ÷ 2,0	горький
Мускатный орех	3,0 ÷ 6,0	пряно – жгучий
Перец душистый	3,0 ÷ 6,0	жгучий
Перец черный	2,0 ÷ 24,0	жгучий
Розмарин	0,5 ÷ 1,0	горьковато – пряный
Цедра апельсиновая	50,0 ÷ 100,0	горьковатый
Цедра лимонная	60,0 ÷ 250,0	горьковатый
Цедра померанцевая	2,5 ÷ 50,0	горьковатый
Шафран	0,1 ÷ 0,5	горьковато – пряный

Получаемую сладкую смесь лучше очистить, пропустив через угольный фильтр. Можно добавить активированный уголь и выдержать 1÷2 часа, после чего тщательно профильтровать через плотную фильтровальную ткань. В эту смесь добавить водные или спиртовые настои ароматизаторов и после перемешивания и недолгой выдержки напитки можно расфасовать в приготовленную тару.

Аромат спиртовых или водных настоев обусловлен высоким содержанием эфирных масел и глюкозидов, накапливающихся в различных частях эфиромасличных культур: в семенах у мускатного ореха, аниса, тмина, горчицы; в плодах у перца всех видов, кардамона, ванили, шафрана, гвоздики; цветочные почки- каперсы; в листьях у лавра, укропа, эстрагона, майорана, чабера; в коре дуба, корицы; в корнях хрена, имбиря, пастернака, золотого корня, женьшеня и др.

Наряду с высоким содержанием эфирных масел в растениях содержатся витамины, ферменты, биологически активные вещества, которые также воздействуют на органолептические показатели.

Поэтому применение вкусовых и ароматических добавок требует тщательного подбора и определенных пропорций при составлении рецептур для крепких напитков.

Растительного эфиромасличного сырья на территории России культивируется большое разнообразие. Много такого сырья имеется в виде дикоросов. Для круглогодичного снабжения предприятий эфиромасличным сырьем растения заготавливают заранее в сухом виде и в виде концентрированных растворов (вытяжек, настоек). Эфирные масла и биологически активные вещества образуются и накапливаются в растениях в определенные периоды вегетации. Заготовки эфиромасличного сырья должны проводиться в строго определенное время вегетации, когда содержание нужных веществ в отдельных частях растения наивысшее. Надземные части растений накапливают максимальное количество активных веществ во время цветения, в плодах эти вещества концентрируются во время полного созревания. Почки собирают в момент их максимального набухания, весной, в период весеннего сокодвижения заготавливают кору. Поздней осенью выкапывают корни. Заготовки следует проводить только в сухую, ясную погоду, после того, как высохнет роса иначе при сушке увлажненные росой или дождем растения могут испортиться при сушке. Сушить следует под навесом, на чердаках на сквозняке, регулярно осматривая и вороша растения. Не следует пересушивать, особенно листостебельное сырье, т.к. лист и почки во время сушки могут осыпаться.

10.6. Особенности производства рома, коньяков и виски

Ром – крепкий алкогольный напиток с приятным ароматом из ромового спирта, полученного из сока сахарного тростника и/или мелассы. Ром производят в странах, выращивающих и перерабатывающих сахарный тростник. Особо ценится ямайский тяжелый и кубинский легкий ром.

Ром готовят из специального ромового спирта-сырца. После разбавления до 50 % об. теплой дистиллированной водой заливают в новые дубовые бочки, в бочки, обожженные внутри или добавляют обожженные дубовые стружки. Бочки с ромом хранят при температуре 18÷23°С примерно 4 года. выдержанный ром

разбавляют дистиллированной водой до заданной концентрации, фильтруют и бутилируют.

Ром чаще всего употребляется в качестве составной части пуншей, грогов, ликеров, мороженого, кондитерских изделий, выдержанного ароматизированного табака. Реже употребляется в чистом виде. Выпускают натуральный, искусственный ром и ромовые смеси. Натуральный ром бывает тяжелый – 48,8 % об. спирта, легкий 44 % об. и средний. Тяжелый ром содержит больше всего побочных продуктов алкогольного брожения и продуктов жизнедеятельности дрожжей, чем другие его виды. Он обладает и более интенсивным «ромовым» вкусом и ароматом.

Родина виски – Ирландия, где он изготавливался еще в 12 веке. Виски готовят из зернового (рожь, кукуруза, ячменный солод) спирта – сырца, разбавляют до 50 % об. водой и заливают в обугленные изнутри дубовые бочки. Выдерживают виски в бочках при температуре 18÷23°С не менее 4 лет. Перед фасованием в виски добавляют сахарный сироп, колер, соки, экстракты, дистиллированную воду, купажируют, при необходимости, ректификованным спиртом высшей очистки до 45 % об., перемешивают и фильтруют. Фасуют в бутылки оригинальной формы, в том числе и ПЭТ.

Коньяки готовят из смеси коньячных спиртов и воды. Коньячные спирты получают перегонкой легких и средних вин с содержанием спирта 7÷12 % об., обычно после снятия их с дрожжевого осадка, еще недостаточно осветлившиеся. При получении коньячных спиртов стараются сохранить примеси, которые при выдержке создадут характерный для коньяка вкус и аромат. Этому способствуют высокая температура перегонки, присутствие кислорода и промежуточных окислителей. Спирта-сырца крепостью 27÷33 % об. перегоняют, получая 3 фракции. Средняя фракция крепостью 62÷70 % об. и есть коньячный спирт 1-го сорта. головные и хвостовые фракции повторно перегоняют с разделением на фракции, получая коньячный спирт 2-го сорта. Иногда из концевого погона выделяют ректификованный спирт и душистые воды. Для дистилляции коньячных виноматериалов с целью получения коньячного спирта в РФ применяют установки шарантского типа УПКС, аппараты прямой сгонки К9-500 и непрерывного действия

К-5М. Самый простой перегонный куб для перегонки коньячных спиртов показан на рис. 8.3.

Коньячные спирты сортируют и лучшие из них с чистым вкусом и хорошим ароматом используют для 5÷10 летней выдержки. Ординарные по качеству – для 2, 3 и 4-х летних выдержек.

Выдерживают (процесс старения коньяка) коньячные спирты первые 1÷2 года в дубовых бочках емкостью 400÷500 л., последующие годы в бутах или специальных закрытых чанах различной емкости от 200 до 1500 дкл. при температуре 15÷20°С. Выдержка в резервуарах разрешается только для ординарных коньяков. Спирт наливают с недоливом примерно 0,5 дкл. с целью создания благоприятных условий для окисления. При выдержке крепость коньячных спиртов снижается с 68 % об. до 60 % об. (через 5 лет) и 55 % об. при выдержке 10 лет. Полную зрелость коньяк приобретает через 15÷25 лет. После выдержки производят купаж коньяка. Выдержанный спирт разбавляют специально приготовленными ароматными спиртованными водами, добавляют колер, сахарный сироп, разбавленный молодыми коньячными спиртами. Сироп осветляют яичным белком. Коньяк выдерживают еще около 3 месяцев, после чего, с целью предупреждения и устранения осадков или помутнения, подвергают оклейке желатином или рыбьим клеем, обработке желтой кровяной солью и фильтруют. Прозрачный с блеском коньяк фасуют в бутылки.

Время старения зависит от качества дистиллята. Срок выдержки коньячных спиртов указывают звездочками на этикетке (от 3 до 5 звездочек). Коньяки с выдержкой свыше 5 лет выпускаются под марками: марочный коньяк КВ – коньяк выдержанный (6÷7 лет), КВВК – коньяк выдержанный высшего качества (8÷10 лет), КС – коньяк старый (10 лет и более) и ОС – очень старый.

10.7. Ликерно-водочные изделия

Ликерно-водочные изделия – спиртные напитки крепостью от 20 до 60 % об., изготовляемые из смеси этилового ректификованного спирта с водой в сочетании со спиртованными настоями трав, соками, морсами, ароматными спиртами, эфирными маслами и сахарного сиропа. Эти крепкие алкогольные напитки отли-

чаются характерным для каждого вкусом, ароматом, цветом и консистенцией. Они, как правило, содержат много сахара и других экстрактивных веществ. Ассортимент ликеров, настоек и наливок очень разнообразен. Так ликеры бывают крепкие, десертные и кремы.

Крепкие ликеры имеют от 33 до 45 % об. алкоголя с содержанием сахара 32÷56 г/100 мл. Это Апельсиновый, Мятный, Кристалл, Шартрез и другие.

Ликеры десертные содержат 25÷30 % об. спирта и 32÷50 г/100 мл сахара. Это Ванильный, Кофейный, Малиновый, Лимонный, Черносмородиновый, Юбилейный, Розовый и др.

Кремы содержат 20÷23 % об. спирта и 49÷60 г/100 мл сахара. Это Вишневый, Кизиловый, Малиновый, Рябиновый, Шоколадный и др.

Настойки бывают горькие и сладкие.

Горькие содержат 40÷45 % об. спирта и спиртованные настои из эфиромасличного и другого ароматического сырья. К горьким относятся настойки: Анисовая, Ерофеич, Зверобой, Зубровка, Охотничья, Померанцевая, Старка и другие.

Сладкие настойки имеют крепость 20÷23 % об. спирта, кисло-сладкий вкус с содержанием сахара от 8 до 35 г/100 мл и спиртованных плодово-ягодных соков, морсов, портвейна, коньяка, эфирных масел и эссенций. Сладкими являются настойки Абрикосовая, Клюквенная, Лимонная, Облепиховая, Черемуховая и т.д.

Наливки готовят крепостью 18÷20 % об. спирта из спиртованных плодово-ягодных соков и морсов и 28÷40 г/100 мл сахара. Ассортимент наливок также разнообразен и название их зависит от вида плодово-ягодного сока.

Группы ликерно-водочных изделий должны соответствовать нормам, приведенным в табл. 10.3.

10.8. Купажирование ликерно-водочных изделий

Эти изделия должны изготавливаться по рецептам, указанным в НТД и соответствовать по содержанию спирта, сахара, общего экстракта, а также по органолептическим показателям. Для получения соответствующего изделия берут очищенный спирт, очищенную и умягченную воду, ингредиенты, предусмотренные рецептурой и смешивают. Такая смесь и называется купажом, а операция смешивания – купажированием.

Таблица 10.3. – Средние химические показатели ликерно-водочных изделий

Наименование группы изделий	Крепость, % об.	Содержание, г/100 мл		
		общего экстракта	сахара	кислот в пересчете на лимонную
Ликеры крепкие	35 – 45	32 – 50	32 – 50	0 – 0,5
Ликеры десертные	25 – 30	39 – 50	35 – 50	0 – 0,7
Кремы	20 – 23	50 - 60	49 – 60	0 – 0,5
Наливки	18 – 20	29 – 47	28 – 40	0,2 – 1,0
Пунши	15 – 20	34 – 43	33 – 40	0 – 1,3
Настойки сладкие	16 – 25	9 – 32	8 – 30	0 – 0,9
Настойки полусладкие	30 – 40	10 – 12	9 – 10	0 – 0,8
Напитки десертные	12 – 16	15 – 32	14 – 30	0,2 – 1,0
Аперитивы	15 – 35	5 – 20	4 – 18	0,2 - 0,7
Настойки слабоградусные полусладкие	20 – 28	5 – 12	4 – 10	0 – 0,8
Настойки горькие и бальзамы	30 – 60	-	-	0 – 0,5
Настойки горькие слабоградусные	25 – 28	-	-	-

Купажируют в такой последовательности. Сначала отмеряют расчетное количество спирта, затем спиртованные соки, морсы, ароматные спирты, эфиромасличные настои и другое ароматическое сырье, а затем большую часть воды, рассчитанную по рецептуре купажа. После тщательного перемешивания добавляют сахарный сироп, патоку, лимонную кислоту, красители и другие ингредиенты. Купаж доводят водой до заданного объема, размешивают, отбирают пробу и проводят анализ. При несоответствии купажа по каким-то показателям НТД, рассчитывают и вносят необходимую дополнительную дозу, после чего проводят повторный анализ.

Купаж оставляют для отстаивания на 1÷2 суток (для ликеров на 3 суток). Перед закладкой на выдержку напитки фильтруют.

10.9. Старение напитков

Все ликерно – наливочные напитки имеют повышенную вязкость, характерные органолептические показатели, в том числе цвет, блеск и однородность. Некоторые из ликерно – наливочных напитков для улучшения вкуса и аромата

подвергают длительному (от 6 мес до 2-х лет) выдерживанию, называемому старением в дубовых бочках. Перед и после закладки на выдержку эти напитки фильтруют. При длительном выдерживании качества изделий улучшаются: их аромат и вкус становятся более нежными, резкость запаха и вкуса спирта исчезает. Напитки приобретают букет – мягкость и гармонию вкуса, специфичность и тонкость аромата.

10.10. Напитки винные.

Особую группу крепких спиртных напитков составляют винные напитки. Их готовят из высококачественного сухого вина с добавлением очищенного спирта-ректификата до 25 % об. и сахарного сиропа до 10÷15 %. Сахарный сироп готовят на кипяченой воде. После растворения сахара горячий сироп фильтруют, пропуская через фильтр-пресс, либо очищают на центробежных очистителях.

Полученный крепкий напиток после охлаждения расфасовывают в бутылки.

Вместо вина иногда используют фруктовые сиропы. Разводят очищенной омагниченной водой, закрепляют спиртом-ректификатом до 20÷25 % об.

11. КОНСЕРВИРОВАНИЕ ПЛОДОВО–ЯГОДНЫХ СОКОВ ДОБАВЛЕНИЕМ СПИРТА.

Это удобно делать в смесителе с мешалкой. Количество добавляемого спирта ($V_{ск}$) можно рассчитать по формуле:

$$V_{ск} = \frac{V_n \cdot C_{cc}}{C_p - C_{cc}}, \quad (11.1)$$

где V_n – объем натурального сока, дал;

C_{cc} – требуемая объемная доля спирта в спиртованном соке, %;

C_p – объемная доля спирта в ректификованном спирте, %.

Для консервирования плодово – ягодных соков объемная доля спирта должна быть от 16 % об. до 25 % об. В клубничном соке 20 % об. В экстрактах растительных содержание спирта может быть от 33 до 62 %. об.

11.1. Заменители сахара.

Все сладкие вещества можно разделить на две группы: 1 – сахара и сахаристые вещества; 2 – подсластители. Классификация сладких веществ приведена в табл. 11.1.

Таблица 11.1 – Классификация веществ, обладающих сладким вкусом

Сахара и сахаристые вещества (пищевые продукты, ограничений дозы нет)				Подслащивающие вещества (дозы ограничены законодательством РФ)	
Дисахариды	Моносахариды	Смесь сахаров	Сахароспирты	Натуральные	Синтетические
сахароза мальтоза лактоза целлобиоза	глюкоза фруктоза манноза галактоза ксилоза арабиноза	глюкозо – фруктозные сиропы (ГФС) инвертный сахар крахмальная патока	сорбит ксилит маннит мальтид лактид палатинит	стевиозид монелин тауматин миракулин глицирризин дигидрохалькон	сахарин аспартам цикламат ацесульфам К сукралоза

Сахар — Заменители сахара — Добавки

Дозу послащивающего вещества (П, кг) рассчитывают по формуле:

$$П = С / К_{сл}, \qquad (11.2)$$

где С – количество заменяемого сахара, кг; $К_{сл}$ – коэф. сладости, табл. 11.2.

Таблица 11.2 – Некоторые свойства подсластителей

Индекс	Наименование	Коэффициент сладости ($К_{сл}$)	Растворимость в воде при 20°С, г/дм^3	Оптимальные значения рН	ДСП*, мг / кг массы тела
Е950	Ацесультам К	200	270	3÷7	15
Е951	Аспартам	200	> 10	3÷5	40
Е952	Цикламаты	30	200	3,5÷8	11**
Е954	Сахарин и его Na-соль	500	660	3,3÷9	5***
Е955	Сукралоза	600	120	3÷7	15
Е959	Неогесперидин	1200	0,8÷3,6	2÷5	0,2÷1,0

* - ДСП – допустимое суточное потребление;
** - в пересчете на цикламовую кислоту;
*** - в пересчете на сахарин.

При смешивании подсластителей может наблюдаться синергизм – эффект усиления сладости. Обычно он выражается в улучшении вкуса. Меняя соотношение подсластителей в смеси можно создать сладость, близкую к вкусу сахара.

Сроки хранения сухих подсластителей не менее 5 лет. Водные растворы лучше использовать в течение 1 года (аспартам 3÷4 мес.). При длительном хранении водные растворы разлагаются на составляющие компоненты, безвредные для человека, но не сладкие.

12. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СПИРТА И ЛИКЕРНО-ВОДОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

12.1. Отбор средней пробы

Качество спирта и ликерно-водочных изделий устанавливают анализами средней пробы, отобранной от каждой партии. От правильности отбора средней пробы зависит точность оценки. Если неправильно отобрана проба, то правильный результат не обеспечить даже безупречным проведением анализа.

Перед отбором проб проверяют соответствие упаковки требованиям стандарта и целостность пломб на таре.

Пробу берут мерниками – 10 % от числа мест в партии, но не менее, чем из трех мест. Пробы в количестве 1 л отбирают в чистые, предварительно ополоснутые отбираемым спиртом или напитком, склянки. Затем, тщательно перемешав, разливают в две чистые сухие склянки или бутылки по 0,5 л, также предварительно ополоснутые спиртом. Бутылки или склянки закрывают пробками с прокладками из пергамента или притертыми стеклянными пробками. Одну пробу (0,5 л) используют для текущих анализов, а горлышко другой обертывают кусочком ткани, обвязывают шпагатом, концы которого пломбируют или опечатывают сургучной печатью. Заливка сургучом или смолкой пробки и горлышка посуды с пробой не допускается, т.к. при вскрытии бутылки они могут попасть в пробы и, растворившись, загрязнить их.

12.2. Определение качества спирта, водок и ликерно-водочных изделий

Состав и качество спирта-сырца, ректификованного спирта разной степени очистки, водок, настоек, наливок и других ликерно-водочных изделий определяют ана-

литическими и органолептическими показателями. Аналитически определяемыми показателями являются: содержание спирта, органических кислот, сахара, экстрактивных веществ, эфирного масла, кумарина. Цветность готовых продуктов оценивают колориметрически в сравнении с набором цветных эталонов или на фотоэлектроколориметрах разных типов.

Потребительские качества ликерно-водочных изделий оценивают органолептическим методом – дегустацией. Такую оценку проводят обычно комиссионно из 3-7 членов специально отобранных и обученных экспертов-дегустаторов, абсолютно здоровых, не утомленных, в спокойном состоянии. Дегустации бывают открытые и закрытые. В побледнеем случае образцы напитков зашифрованы и каждый член дегустационной комиссии заносит оценку в свой экспертный лист. Рекомендуется дегустацию проводить после легкого завтрака или натощак. Для дегустации используют специальные прозрачные, из бесцветного стекла бокалы тюльпанообразной формы на невысокой ножке.

Спирт предварительно разбавляют питьевой водой до крепости 30 % об. и доводят температуру до 20±2°С.

В бокал наливают 30÷50 мл (не более 1/3 его вместимости) исследуемый напиток и, подняв за ножку и слегка наклоняя, визуально оценивают его цвет, блеск и прозрачность. Затем определяют аромат напитка, слегка вращая содержимое в горизонтальной плоскости. Это обеспечивает более интенсивное испарение ароматических веществ и позволяет дегустатору лучше определить аромат изделия. При нагревании бокала ладонью руки аромат ощущается еще более отчетливо.

После оценки аромата оценивают вкус. Для этого берут в рот около 5 мл напитка и удерживают 10÷15 секунд в передней части полости рта, так, чтобы напиток омывал кончик языка и боковые его поверхности. Эти части языка наиболее восприимчивы к кислому, соленому и сладкому вкусам. Одновременно, оценивают вяжущие и терпкие свойства напитка. Наклонив голову назад, дозу напитка переводят к основанию языка, одновременно охватывая всю полость температура. Этим методом проводится оценка горького вкуса и разнообразных привку-

сов. Обращают внимание на чистоту вкуса и запаха и отсутствие посторонних привкусов.

Для оценки букета слегка приоткрывают рот, втягивают немного воздуха, выдыхая его через нос, что позволяет оценить вкусовые и ароматические особенности напитка. Затем дозу выплевывают или проглатывают.

Не рекомендуется за одно заседание дегустировать более 10 образцов напитков. Сначала дегустируют более слабые напитки с менее выраженным вкусом и ароматом, а затем постепенно переходят к более крепким.

12.3. Система балльной оценки

Органолептическую оценку водок и ликерно-водочных изделий осуществляют по 10-ти балльной системе. На показатели «цвет и прозрачность» отводится 2 балла, «аромат» – 4, «вкус» – 4 балл. Из этих максимальных баллов вычитаются баллы за наиболее обесценивающий порок, а остаток балльной оценки заносят в экспертный лист (карточку).

Минимальная оценка водок «Экстра» и особых водок не должна быть ниже 9,3 баллов, а ликеры, кремы, наливки, настойки горькие, напитки десертные не допускаются в реализацию при оценке ниже 8,8 балла.

Оценить качество ректификованного спирта и крепких алкогольных напитков можно также, растерев небольшую дозу их между ладонями и понюхав.

Представленные дегустаторами балльные оценки суммируют и рассчитывают среднеарифметическую балльную оценку каждой партии напитка.

В табл. 12.1. приведены десятибалльные оценки водок и ликерно-водочных изделий разных категорий качества.

Таблица 12.1. - Десятибалльная оценка водок и ликерно-водочных изделий

Наименование	Высшая категория				Первая категория			
	цвет и прозрачность	аромат	вкус	общая оценка	цвет и прозрачность	аромат	вкус	общая оценка
Водки «Экстра» и особые, бальзамы	2	4-3,7	4-3,8	10-9,5	2	3,7-3,5	3,75-3,5	9,45-9,0
Водки типа «Водка»	2	4-3,7	4-3,8	10-9,5	2	3,7-3,3	3,75-3,4	9,45-8,7
Ликеры, кремы, наливки, пунши, настойки сладкие, полусладкие и горькие, напитки десертные, аперитивы	2	4-3,7	4-3,8	10-9,5	2	3,7-3,4	3,75-3,4	9,45-8,8

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Производство пищевого спирта в лабораторных и домашних условиях наиболее просто из свекловичного сахара, но это будет и самый дорогой спирт по себестоимости.

Более дешевым способом является выработка спирта-сырца из некондиционного фруктово-ягодного сырья, картофеля и зернобобовых культур. Эта технология сложнее и требует более тщательной очистки спирта-сырца для изготовления крепких спиртных напитков. При нынешнем паритете цен производство спирта-сырца (самогона) является еще достаточно экономически выгодным

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилов Н.В., Скурихин И.М. Коньячное производство. М.: Пищепромиздат, 1960.
2. Герасимов М.А. Технология виноделия. М.: Пищепромиздат, 1964. 640 с.
3. Грицюк И.Г., Ройтер И.М. Технология ликеро-водочного производства. М.: Гизлегпищепром, 1953. 310 с.
4. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Безопасность пищевого сырья и продуктов питания. М.: Пищевая промышленность, 1999. 352 с.
5. Иванов А.И. Оборудование спиртового производства. М.: Пищевая промышленность, 1972. 216 с.
6. Секреты приготовления спирта и крепких напитков./Под ред. Сафронова А. М.: 1993.
7. Славуцкая Н.И. Технология ликерно-водочного производства. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 184 с.
8. Рухлядева А.П., Листова З.А. Справочное пособие для лаборантов – химиков ликеро-водочных заводов. М.: Пищевая промышленность, 1977. 216 с.
9. Яровенко В.А. и др. Справочник технолога ликерно-водочного производства. М.: Пищевая промышленность, 1976. 256 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
1. Классификация и способы получения этилового спирта........................ 6
2. Общие принципы и стадии изготовления спирта-сырца 7
3. Исходное сырье и его подготовка... 8
3.1. Фруктово-ягодное сырье... -
3.2. Процессы подготовки крахмалистого сырья................................. 10
4. Приготовление солода. Общие сведения 11
4.1. Замачивание зерна 13
4.2. Проращивание зерна 14
4.3. Сушка солода 16
5. Вода 18
6. Подготовка к сбраживанию крахмалистого сырья 19
6.1. Приготовление солодового молока 20
6.2. Физико - химические основы разваривания .... -
7. Технология спиртового брожения 23
7.1. Приготовление браги из зернового сырья и картофеля 26
7.2. Получение и размножение дрожжевой закваски 29
7.3. Стадии развития дрожжей 31
8. Перегонка спирта. Основные принципы 32
8.1. Методы перегонки и перегонные аппараты 37
8.2. Аппараты для получения спирта-сырца .... -
8.3. Вспомогательное оборудование, инвентарь, КИП 41
8.4. Очистка спирта-сырца 42
9. Производство технического спирта 44
9.1. Гидролизный спирт .... -
9.2. Сульфитные щелока .... -
9.3. Синтетический спирт 45
10. Изготовление крепких спиртных напитков 45
10.1. Питьевой спирт 46

10.2. Ликерно – водочная продукция ……………………………………. 46
10.3. Расчет сортировки ……………………………………………………. 48
10.4. Старинные русские водки ……………………………………………. 51
10.5. Придание напиткам приятных органолептических показателей …….. 52
10.6. Особенности производства рома, коньяков и виски ………………… 55
10.7. Ликерно-водочные изделия ………………………………………….. 57
10.8. Купажирование ликерно-водочных изделий …………………………. 58
10.9. Старение напитков …………………………………………………… 59
10.10. Напитки винные ……………………………………………………... 60
11. Консервирование плодово–ягодных соков добавлением спирта …………… 60
11.1. Заменители сахара …………………………………………………….. 61
12. Оценка качества спирта и ликерно-водочных изделий ……………………… 62
12.1. Отбор средней пробы ………………………………………………….. -
12.2. Определение качества спирта, водок и ликерно-водочных изделий …. -
12.3. Система балльной оценки ……………………………………………… 64
Заключение ……………………………………………………………………….. 65
Литература ……………………………………………………………………….. 66